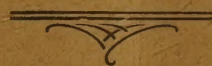


✓ 192.

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

(Météorologie, Séismologie, Magnétisme terrestre, Océanographie, Volcanologie, Hydrologie)

Paraissant tous les deux mois



SOMMAIRE

Ciels de la France d'Outre-Mer.

Une ascension du volcan Karthala à la Grande Comore.

Formation et variabilité des pluies à Tahiti,

Analyse des pluies annuelles à Tananarive.

Notes et informations.

Bibliographie.

PARIS V^e
LAROSE ÉDITEUR
11, RUE VICTOR-COUSIN

Prix du Numéro: 9 francs

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

LAROSE, Editeur,

11, RUE VICTOR-COUSIN, PARIS (V^e)

--: Téléphone : ODÉON 32-70 --:

Chèques postaux : Paris 428.84

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL

(6 numéros)

FRANCE ET COLONIES FRANÇAISES. 50 francs.

ETRANGER 60 francs.

Les abonnements sont payables d'avance à la souscription.

Chaque changement d'adresse
doit être accompagné de 1 franc en timbres-poste.

Prix des collections 1934, 1935 et 1936,
l'une. 60 francs.

Prix du N° isolé de ces collections. 12 francs.

Tous droits de reproduction réservés

Les *Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer* sont publiées sous les auspices du *Conseil de Perfectionnement des Services de Physique du Globe des Colonies*, et sous la direction de M. Henry HUBERT, Inspecteur Général du Service Météorologique Colonial.

Chaque numéro contient des mémoires originaux, une chronique des questions de Physique du Globe intéressant les Colonies françaises et une revue bibliographique.

Les *Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer* résument les recherches et observations faites par les météorologistes coloniaux et présentées dans les publications locales; elles abordent en outre soit des études spéciales n'ayant pu trouver place dans ces publications, soit — et cela de préférence — des travaux d'ensemble concernant des groupes ou la totalité de nos territoires extérieurs. Elles se proposent de faire ressortir la variété et la nouveauté des recherches de Physique du Globe, entreprises dans nos possessions lointaines et de réaliser une présentation synthétique des questions, considérées dans le cadre très vaste de notre domaine colonial.

Les numéros de l'année 1937 sont publiés à l'aide d'une subvention de la Fondation Loutreuil (Académie des Sciences) et de subventions officielles.

J. AURICOSTE*

HORLOGER DE LA MARINE DE L'ÉTAT :
DE L'OBSERVATOIRE DU BUREAU DES LONGITUDES
ET DU SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE

10, Rue La Boétie, PARIS

TÉLÉPH. : ANJOU 25-60



Études
Projets
et
Devis
gratuits
sur demande

Installation
de
Centres Horaires
—
Distribution
d'heure

HORLOGERIE DE HAUTE PRÉCISION

:: PENDULES ASTRONOMIQUES ::

:: CHRONOMÈTRES DE MARINE ::

CHRONOGRAPHES-COMPTEURS

:: HORLOGERIE ÉLECTRIQUE ::

Construction — Réparations

Une ascension du volcan Karthala à la Grande Comore

En compagnie du Père capucin François, venant de Mayotte en tournée apostolique et qui avait demandé à m'accompagner, j'ai quitté Moroni le 17 décembre 1936, à 5 h. 45.

Nous passons par M'vouni, coupant directement sans passer par Boboni, ce qui nous permet d'arriver à la Convalescence à 11 h. 30, en 4 h. 10. Peu après M'vouni et jusqu'à ce que l'on rejoigne le sentier qui va de Boboni à la Convalescence la pente est trop raide pour les filanzana et il faut monter à pied.

Contrairement aux jours précédents, le vent régnant est du secteur Nord-Ouest depuis le matin, et le ciel presque complètement découvert, ce qui est rare en cette saison. En arrivant à la Convalescence je décide donc de tenter l'ascension immédiatement, espérant que les Cumulus bourgeonnants et Cumulonimbus qui apparaissent au-dessus du volcan et se sont formés sur le flanc Est et Sud-Est ne parviendront pas à retomber de notre côté, repoussés par le vent de Nord-Ouest. C'est effectivement ce qui se produit et le temps reste splendide jusqu'au soir.

A midi, sur la mer, côte Ouest de l'île, petits Cumulus de beau temps qui flottent à 1500 mètres d'altitude environ, avec quelques Cumulus bourgeonnants plus puissants dont le sommet doit atteindre approximativement 2000 mètres.

Au sommet nous pouvons constater que sur la côte Est et Sud-Est existent des Cumulonimbus très noirs et très épais. Il doit certainement pleuvoir du côté de Fomboni.

Partis de la Convalescence à 11 h. 15, nous parvenons au sommet du Karthala, sur le bord du cratère, à 13 h.

Nous apercevons deux groupes de cabris sauvages de poil complètement noir; faute de fusil, nous sommes obligés de les laisser aller en paix.

Nous laissons les filanzana dans le lac Marguerite [N1, plan Bg. p. 172], sorte de cuvette à sec entre deux vallonnements près du premier niveau. Du vallonnement le plus proche du cratère une pente douce conduit au premier niveau.

Une seconde pente presque partout complètement à pic [D, plan Bg] (50 mètres environ) nous permet par un endroit herbu d'arriver assez facilement au

deuxième niveau [N2, plan Bg], sur lequel s'ouvrent les cheminées proprement dites.

Nous traversons dans cette descente des fumerolles à odeur alliée [F1, plan Bg], mais non incommodantes et assez peu abondantes.

Nous dirigeant vers l'Est nous atteignons la cheminée en activité [C, plan Bg] après avoir escaladé le petit monticule de cendre [M, plan Bg] qui la limite à l'Ouest et qu'elle entame du reste partiellement. La cheminée fume mais les vapeurs sont peu denses et pas du tout incommodantes. Toutefois, elles cachent complètement les parois.

Nous redescendons du monticule en nous dirigeant vers le Nord pour atteindre les fumerolles modérées [F2, plan Bg] qui se trouvent à deux cents mètres de là. Les vapeurs s'échappent d'entre la lave sur laquelle elles laissent des dépôts blanchâtres. L'odeur est un peu alliée, mais n'incommode pas si l'on ne séjourne pas trop longtemps en plein dans les vapeurs. Par contre, elles sont brûlantes à leur sortie de terre.

Elles s'échappent sur une largeur d'environ 50 centimètres et s'étendent sur une longueur d'environ 200 mètres, le long d'une faille en arc de cercle sans doute.

En revenant vers la cheminée par le Nord-Est, je m'aperçois que la densité de la vapeur diminue fortement.

En approchant et en se penchant sur le bord [X1, plan Bc, 1] on constate qu'il est possible d'apercevoir par intervalles ce qui semble être une plate-forme à l'intérieur de la cheminée [Pl, plan Bc, 1]. Cette prétendue plate-forme paraît être à une trentaine de mètres de la surface du sol.

Rejoint par le Père François, nous contournons la cheminée [Ph, plan Bc, 2, p. 173] et nous couchons à plat ventre, le nez au-dessus du vide en attendant les événements.

Progressivement et en quelques minutes (14 h. 30), la densité de la vapeur a diminué à un tel point qu'il nous est permis d'apercevoir un fond rocheux de plus en plus étendu [F0, plan Bc 2,], nous attendant à chaque instant, suggestionnés, à voir apparaître quelque part une cheminée, un trou quelconque. Or, il n'en existe pas.

En effet, pendant quelques secondes, il nous a été donné, et sans doute pour la première fois, de voir la cheminée émissive en son entier, presque débarrassée de vapeurs. Nous apercevions tout le fond et les parois en face de nous, à peine masqués par des lambeaux de vapeurs.

La cheminée offre donc l'aspect d'une vaste marmitte à fond rocheux et à parois *absolument* verticales [plan Bc, 3], sans une saillie notable. Une pierre lâchée au bord même du cratère atteint le fond sans toucher la paroi. Le fond paraît être légèrement en pente [Pr, plan Bc, 3] suivant une direction Est-Ouest, le plus haut point à l'Ouest, sous le monticule. Toutefois, ceci sous toutes réserves.

Une pierre lâchée exactement du bord met en moyenne 5 secondes 1/2 pour atteindre le fond, ce qui donne une profondeur d'environ 148 mètres, alors que par une illusion très curieuse il paraît au contraire tout proche. Ceci provient de ce qu'il n'existe aucun point de comparaison susceptible de donner l'échelle; les pierres du fond paraissent petites, minuscules.

Les vapeurs s'échappent surtout en grande quantité entre le fond [V1 et V2, plan Bc, 3] et la paroi de la cheminée au Nord-Est et au Nord-Ouest. Au Sud-Ouest se dresse un monticule pointu [M0, plan Bc, 2] qui doit atteindre sans doute une quinzaine de mètres de hauteur. Il est de couleur rougeâtre et flanqué à l'Est d'un bloc plus petit [BL, plan Bc, 2].

Les parois de la cheminée sont vertes au Nord (mousse ou lichen probablement), rouges à l'Est, grises ou crème partout ailleurs.

Des dépôts de soufre forment des plaques jaunes en travers du fond [S0, plan Bc, 2], et des vapeurs s'échappent avec prédilection de cet endroit [V3, plan Bc, 3].

Un peu partout entre les pierres, la vapeur s'échappe plus ou moins abondamment.

Après cinq minutes de ce spectacle les vapeurs sont redevenues abondantes et ont de nouveau rempli complètement la cheminée.

Nous avons atteint ensuite l'éboulement [EF, plan Bg] signalé l'an dernier; le tunnel est un peu plus large, agrandi par les pluies sans doute, mais on ne peut s'y risquer pour tenter d'atteindre le fond de l'ancienne cheminée sans provoquer certainement des éboulements dangereux.

Pas de changements importants dans l'aspect du cratère éteint. L'éboulement d'une partie de la montagne au Nord-Est de la grande cheminée a laissé une blessure rouge. Il a simplement comblé un peu plus la partie nord du grand cratère [EF, plan Bg].

Sur la séparation [SA, plan Bg], les vapeurs ont presque totalement disparu. Les vapeurs au Sud à l'aplomb du cratère [F3, plan Bg] sont très faibles, à peine le quart de l'importance qu'elles avaient en 1935. A côté, elles sont beaucoup plus abondantes [F4, plan Bg].

Dans ces dernières, j'ai pu observer de loin (de la cheminée active) la formation d'une petite trombe qui atteint peut-être 50 mètres de haut et a persisté environ 20 secondes.

Au Sud-Ouest [F3, plan Bg], les vapeurs sont moins abondantes qu'en 1935.

Au mois de février 1936, il était paraît-il impossible de s'approcher des fumerolles proches de la porte d'Itsandra [F3, plan Bg]; le sol était brûlant et l'on y éprouvait une sensation d'insécurité considérable, comme si, m'a-t-on dit, une matière visqueuse se trouvait sous la surface du sol.

Les vapeurs étaient très abondantes.

S'agit-il d'une poussée de lave le long d'une faille et les vapeurs qui s'échappent de la cheminée active ont-elles la même origine ?

Nous quittons le cratère [R, plan Bg] à 16 h. 30 pour arriver à la Convalescence à 17 h. 30. Nous en repartons le lendemain matin à 6 h. 45 pour arriver à Moroni à 9 h. 40.

En résumé, d'une année à l'autre, les changements d'aspect survenus dans le cratère du Karthala sont insignifiants et causés seulement par des éboulements.

Par contre, l'abondance des vapeurs est très variable, même d'un moment à l'autre, mais les points d'échappement restent les mêmes.

* *

Grâce à l'amabilité de M. Goëtel, Directeur de la Société Anonyme de la Grande Comore, il m'a été possible de consulter et de copier la plus grande partie d'un dossier relatif à l'éruption d'août 1918 du volcan Karthala.

C'est cette éruption qui a transformé d'une manière très notable la forme de la grande cheminée éteinte et qui a formé la nouvelle cheminée active actuelle.

Les rapports copiés sont au nombre de trois :

a) Rapport de M. Charles Legros, Directeur à cette époque de la Société Anonyme de la Grande Comore ;

b) Autre rapport de M. Charles Legros ;

c) Rapport de M. Louis Humblot, fils du naturaliste Humblot, sous forme de lettre. Cette lettre

a été vraisemblablement écrite de la Grille, dans le Nord de l'île.

Tous ces rapports ont été copiés avec leurs tournures de phrases originales. Certains passages (non entre guillemets) présentant un intérêt restreint ont été abrégés et résumés.

D'autres ont été purement et simplement supprimés, ne se rattachant pas à l'objet du rapport.

Ces rapports appellent certains commentaires ou explications. Nous examinerons successivement la lettre de M. L. Humblot, puis les rapports de M. Ch. Legros et celui d'un Comorien, Héri Abdallah.

Lettre de M. L. Humblot

Elle a été copiée intégralement et dépeint l'éruption telle qu'elle est apparue à un observateur qui se trouvait à La Grille, propriété située dans le massif montagneux du Nord de l'île vers 800 mètres d'altitude, et à 35 kilomètres environ à vol d'oiseau du cratère du Karthala.

Dans le même dossier j'ai trouvé un croquis [Croquis HU, p. 174] non signé mais qui devait évidemment accompagner la lettre de M. L. Humblot. C'est un panorama du Karthala et de ses manifestations éruptives depuis le 11 août 1918, ainsi que l'indique la note.

On verra que le versant Nord du Karthala a été le siège de manifestations assez importantes, alors que les versants Sud et Ouest en ont été totalement exempts. Il en est du reste ainsi depuis des temps très reculés sans doute, surtout en ce qui concerne la formation de nouveaux petits cratères. Ils existent en abondance sur le versant Nord et particulièrement sur la pénélaine qui s'étend entre le Karthala et le massif du Nord. Elle en est absolument farcie en bordure de la côte Est. Des coulées de lave, plus ou moins récentes, existent par contre tout autour du Karthala.

Premier rapport de M. Ch. Legros

Il signale la première manifestation éruptive, au début d'août 1918.

Deux Comoriens se sont rendus le 21 août en reconnaissance au Karthala et de leur rapport on peut conclure que la cheminée n'avait pas encore, à cette date, subi de grandes modifications d'aspect.

Second rapport de M. Ch. Legros

La projection de fumée a été importante et instantanée et je suppose que c'est aussi à ce moment que la cheminée s'est agrandie considérablement. M. Mon-

dain, dans son rapport de 1932 sur le Karthala (1), se demandait si les cheminées étaient dues à un effondrement. L'éruption de 1918 permet de réduire le nombre des hypothèses à ce sujet. En effet, j'ai retrouvé dans le dossier relatif à l'éruption une photographie non datée mais antérieure à l'éruption de 1918. J'en ai pris copie [figure p. 175]; on constate, en la comparant à une photographie prise au Karthala le 17 décembre 1936 [Photographie Z, p. 169] que le fond de la cheminée avant 1918 était constitué par une surface plane qui a disparu en partie. Il ne subsiste actuellement plus que la petite plateforme [N3, plan Bg]. Les nombreux points de repère communs aux deux photographies montrent, sans doute possible, qu'il s'agit de la même portion du cratère. Or, la projection de pierres sur le premier niveau ne correspond pas du tout à la quantité considérable de matière qui a disparu par suite de l'agrandissement au sextuple de la cheminée selon le rapport de M. Ch. Legros. Il y a donc eu : ou bien affaissement du fond et éboulement dans les entrailles de la cheminée; c'est une première hypothèse; ou bien alors, la cheminée actuelle existait déjà, mais était remplie de cendre ou de matière très friable.

L'éruption les a soufflées en l'air sous forme d'un énorme nuage de poussière. Si les parties disparues avaient été en lave dure et dense, comme le sont les parois de la cheminée à certains endroits, il semblerait extraordinaire que leur effondrement n'ait pas causé un tremblement de terre considérable et des manifestations plus violentes que celles qui se sont produites et qui ont été, en somme, assez anodines.

La nouvelle cheminée [C, plan Bg] s'est formée en 1918 certainement dans les mêmes conditions. Ce qui est toutefois assez curieux, c'est sa forme absolument circulaire et ses parois à pic. Si la cheminée était remplie de cendre, elle a dû se former à une époque indéterminée et cela n'explique évidemment pas non plus son origine primitive exacte. De mémoire d'homme on ne se souvient pas de projection de grosses pierres, sauf aux alentours immédiats du cratère.

On signale enfin dans certains numéros du Bulletin Economique de Madagascar la présence au sommet du Karthala de formations corraligènes.

Une autre photographie non datée dont il n'a pas été pris copie, mais postérieure à l'éruption de 1918, montre le cratère avec ses deux cheminées. Elle a été vraisemblablement prise par M. Ch. Legros en

(1) J. MONDAIN. — Le Volcan du Karthala, *Ann. Phys. Globe France d'Outre-Mer*, 1934, p. 157.

octobre 1928. A ce moment-là, les deux cheminées ne laissaient échapper absolument aucune vapeur ; il m'a été impossible de savoir quand la nouvelle cheminée s'est mise à fumer comme elle le fait à présent.

M. Ch. Legros signale que le monticule [M, plan Bg] situé à l'Ouest de la nouvelle cheminée est entamée par elle. Il existait déjà avant l'éruption.

Rapport de Héri Abdallah

Le rapport d'un employé de la Société de la Grande Comore, le nommé Héri Abdallah, n'a pas été reproduit ici, parce qu'il est un peu confus. C'est sans doute la seule rédaction qu'on ait de quelqu'un ayant vu, du bord même du cratère, le Karthala en activité.

La dernière partie du rapport est la plus intéressante ; elle signale une « grande tonnation » et la projection de pierres.

Le fait que deux hommes aient pu s'approcher si près du phénomène montre qu'il devait être localisé et de faible intensité. Les pierres ne devaient pas être projetées à plus de 200 mètres du cratère.

Divers

La lettre de M. L. Humblot parle de la « Grotte Capitaine ». Je l'ai située approximativement sur une carte ci-jointe de la Grande Comore (voir p. 171). Elle doit ce nom au fait qu'un Capitaine faisant la cartographie de l'île (en 1905 ?) y avait établi pendant un temps son quartier général. J'ignore les dimensions de cette Grotte, mais je sais qu'elle ne se prolonge pas sous terre.

Au rapport de M. Ch. Legros était joint un croquis assez approximatif du Karthala que j'ai copié tel que je l'ai trouvé (Plan LE p. 176) on peut y situer les Lacs Marguerite et Alice. Le croquis n'est pas du tout à l'échelle.

L'orthographe du nom du volcan ne semble pas bien fixée ; on trouve : Karatala, Karatalla, Caratala, Caratalla, Karathala, Karthala.

C'est cette dernière orthographe qui a été adoptée dans ce rapport, étant de nos jours la plus fréquemment employée.

RASP,

Météorologiste, Majunga.

* * *

LETTRE DE M. LOUIS HUMBLLOT
(écrite à La Grille vraisemblablement)

Le 11 août 1918, vers 10 h. du soir. Ciel en feu augmentant d'intensité jusque vers minuit. Cratère

éclairant beaucoup plus du côté Oichili jusqu'au jour.

Le 12 août à 5 h. 30 du matin on apercevait le cratère couvert de fumée ou vapeur ; sur le côté Nord-Est du Cartala j'aperçus comme une crevasse ou petit cratère à environ un kilomètre au-dessous du bord du Cartala, de laquelle sortaient des vapeurs. Un peu plus à l'Ouest et encore plus bas, un petit cratère fusant de la fumée ou vapeur à une très grande hauteur ; à environ dix kilomètres plus à l'Ouest encore, au-dessus d'un mamelon que je crois reconnaître pour celui de Bahani, un autre petit cratère et de la lave coulant au-dessus de Bahani ; plus au Sud une autre coulée, semblant couler au-dessus de la route de « Ado » dans la forêt au-dessus de la route de Boboni à Grotte Capitaine, mais pas loin de la route.

Depuis le 12 jusqu'à hier soir 29, on voit encore la lave fumer et le petit cratère fuser.

Du 12 au 22, rien à signaler. Pas de secousse depuis le 11 jusqu'au 23 matin.

23 août, 9 h. et demie environ, première et forte secousse et grondement souterrain venant de la direction du Sud-Est et allant vers le Nord-Ouest ; toutes les maisons ont été secouées, les arbres tremblaient.

Dans la nuit du 23 : deux secousses : une à deux heures du matin, l'autre à cinq heures du matin.

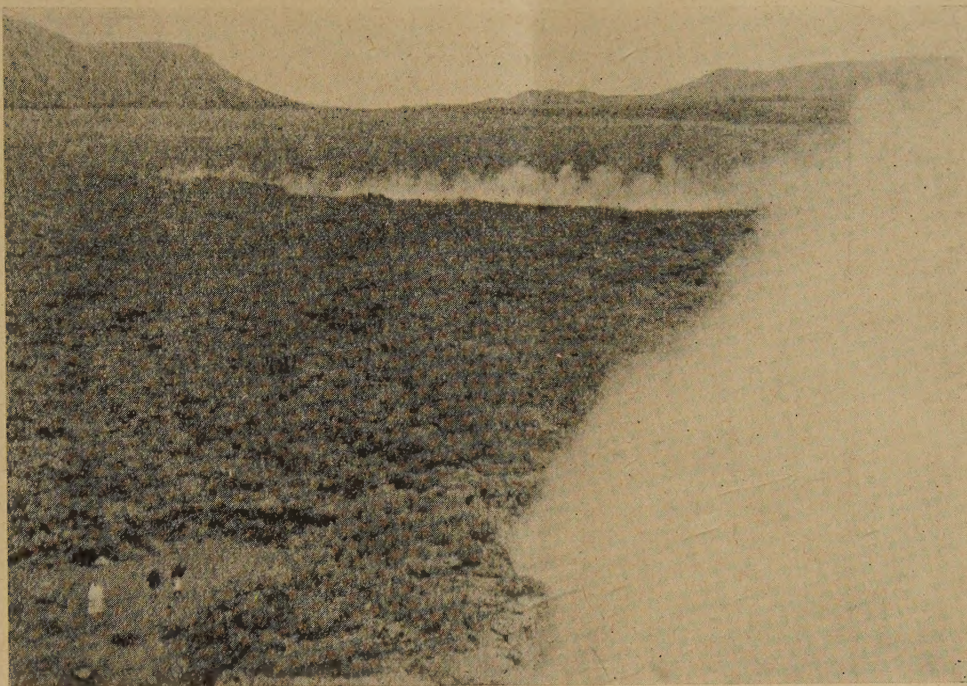
24 août, rien à signaler ; Cartala couvert de nuages.

25 août : de grand matin on aperçoit un énorme nuage de fumée qui vient passer devant nous, en mer jusqu'à Djamani jusqu'à dix heures, puis disparu en mer.

26 août : au matin, Cartala découvert ; on aperçoit bien les petits « cratères ou crevasses » et coulées de lave ; à dix heures moins le quart, deux secousses, mais faibles ; vers cinq heures du soir, j'aperçois tout à coup un immense nuage de fumée qui monte tout droit vers le ciel. Ce nuage grossit énormément et d'abord poussé par le vent vers Oichili est ensuite refoulé du côté d'Itsandra et du nôtre ; à la tombée de la nuit, la pointe du nuage atteignait Mitsamiouli, mais en mer car le nuage quittait la terre à Vanemboini et pointait direction Nord-Ouest. Ici, il fait noir comme dans un four ; des pirogues venant de Vanemboini à Mtsaouéni étaient couvertes de cendre et, avec l'eau de mer, on aurait dit du goudron ; j'en ai demandé au pêcheur, ça nettoie très bien le fer, argent, cuivre, etc... C'est un nouveau Tripoli. La fumée, du soir du 26 au nuage de fumée, a été plus forte le 26 que le 25, du moins de notre côté.

27 août : cratère couvert de nuages.

RASP. — LE VOLCAN KARTHALA



Vue prise du point y (Plan Bg) face au Nord. N1, premier niveau ; N2, deuxième niveau constitué par un champ de laves (LA), au milieu duquel se trouvent des fumerolles ; C, cheminée masquée par les vapeurs. A gauche, au 1^{er} plan, les personnages donnent l'échelle. L'échancrure du fond est la porte d'Itsandra.



Clichés Rasp.

Vue prise de haut en bas [point A du plan Bc (2)]. A gauche le fond de la cheminée (Fo) au milieu, fumerolles (Vn).

28 août : à cinq heures du matin, deux secousses « faibles ».

29 août : hier cinq heures du soir, je voyait encore les petites crevasses ou cratères en évolution.

Aujourd'hui 30, rien à signaler, on voit toujours la coulée de lave et le petit cratère.

31 août, cinq heures un quart : dito.

Louis HUMBLLOT.

PREMIER RAPPORT DE M. CH. LEGROS

Eruption d'août 1918

25 août 1918. Nioumbadjou.

« On sait que dans la nuit du 11 au 12 août, à 22 h. 30, une coulée de lave s'est faite à 1.300 m. d'altitude sur la croupe Nord du Karthala, au même point que celle de 1904 (mars); elle fut de courte durée, maximum trois jours; aucun séisme précurseur, mais dès le 12 des séismes nombreux, de courte durée, ne causant aucun dégât; le 23, à 9 h. 15 du matin, un séisme prolongé qui fut ressenti dans toute la Grande-Comore et même à Mohéli. »

« Le 25, à 1 h. du matin, à 5 h., à 7 h., longs séismes; puis à 7 h., 7 h. 19, 7 h. 20. A 7 h. 30, on aperçut subitement s'élevant verticalement du Karthala une énorme masse de fumée noire bleutée floconneuse, d'une ampleur considérable; cela dura dix minutes environ. Puis la projection s'arrête, la fumée fut poussée par le vent et diffusée. »

Des indigènes indiquent qu'il tombe de la cendre à Boboni. A Moroni « on ne se voyait plus »; « c'est couvert de suie », etc...

« A 14 h. 30, je vais à Boboni, j'y trouve des traces, de cette suie, j'en ramasse; le temps, l'atmosphère s'est tout à fait éclairci, je reçois de bonnes nouvelles de Moroni où l'averse de suie fut abondante — odeur légèrement soufrée. »

« A 19 h. 30, nos gardes Hila Réçilié et Mlanao Mdahoma, pratis dès le matin en reconnaissance volontaire, me rendent compte: être allés jusqu'au Karthala, et avoir constaté que, dans le cratère, la cheminée centrale était pleine de vapeurs floconneuses s'y maintenant au ras de l'orifice sans plus en sortir. Trois fissures partant des bords de cette cheminée, se sont faites dans les directions Nord-Est et Sud, mais sans intéresser ni fendre les crêtes formant le bord du grand cratère. Aucune émission de lave. L'émission de fumée a donc été faite par cette cheminée centrale que j'avais toujours vue

éteinte. Elle avait besoin d'un ramonage, il est fait, espérons donc maintenant la tranquillité ».

Ch. LEGROS.

« Suite du rapport précédent, 30 août 1918. »

« L'émission de cendre du 25 août eut une suite ».

« Le 26 août 1918: je remontais de Salimani (littoral) côte Ouest, à Nioumbadjou, 440 m. d'altitude; j'observais le sommet de l'île, le Karthala; le temps très beau permettait de distinguer nettement les crêtes du sommet dégagées de nuages; à 16 h. 25 exactement, j'aperçus sortant en projection du Karthala des flocons blancs et gris bleuté, roulant en volutes les uns dans les autres, se succédant rapidement, s'élevant, constituant un nuage floconneux montant de plus en plus dans le ciel, en forme de colonne monumentale cyclopéenne, s'élargissant de plus en plus, si bien qu'on eut cru que toute l'île n'allait plus être qu'un nuage gravitant l'espace. J'éprouvais ce sentiment de petitesse, d'écrasement de plomb que l'on éprouve généralement lorsque, pour la première fois, on se trouve au pied d'un monument colossal, ou d'une falaise à pic vous dominant. »

« Cette masse semblait diminuer les distances, le sommet me paraissait tout rapproché. La colonne montait toujours, peut-être au double de la hauteur totale de l'île. Les Mohéliens, qui ént dû voir cette projection, étaient à même de l'évaluer. »

« Il faut songer que la cheminée du Karthala qui émettait à 400 m. de tour *mesurés*. Cette colonne avait donc un tour de taille de 400 m. »

Le vent assez fort venant du Sud-Est, bientôt un nuage fut poussé « dérivant vers le Nord, mais faisant corps avec la colonne, la nuée, qui se renouvelait sans cesse, par bouffées successives; mais quelles bouffées. »

Un peu d'inquiétude à Nioumbadjou; « Vers 18 h. 30, quelques éclairs dans la nuée. j'en vis un; des détonations, j'en comptai quatre (M. Rivière prétend avoir vu de Salimani comme des bombes de feu projetées, éclatant). »

A 20 h. 40, l'émission prit fin. Le nuage s'en allait vers le Nord et se dissipait complètement. Quelques secousses pendant l'émission.

« Des renseignements que j'ai eus de Moroni, je note que c'est à 20 h. 30 que la pluie de cendre tombe de nouveau sur la ville; pendant la durée de la projection, on y percevait des ronflements. A 21 h., une assez forte odeur de soufre qui fit tousser les petits

enfants, tua des quantités de papillons (joie des cultivateurs) et dura une heure et demie peut-être. »

« La quantité de cendres tombées à Moroni est beaucoup moins importante que celle du 25. »

« Le 27, des séismes fréquents, le temps est clair, le sommet est dégagé de nuages. Aucune fumée. A 19 h., nos deux gardes Hila et Mlanao, qui étaient montés le matin au Karthala, me rendent compte que la cheminée centrale paraît s'être élargie, échan-crée en plusieurs endroits, il y a des masses de cendre dans le cratère dont le fond paraît nivelé; il y a comme un chapeau sur la cheminée, vraisemblablement de vapeur et de fumée, mais immobilisées. Dans les endroits qu'ils ont parcourus ils ont eu de la cendre jusqu'à mi-jambe. A la Convalescence (1.800 m. d'altitude) cinq centimètres de cendre; Romain y reste. Les fissures repérées dimanche dans le fond du cratère ne sont plus visibles, mes gardes n'en ont pas constaté dans les bords du grand cratère. Aucune coulée de lave n'a été signalée. »

« Les 28 et 29: Beau temps; sommet dégagé; séismes continuent. Les indigènes font des prières et des sortilèges. »

« Bulletin du 31 août 1918; 20 h. soir: »

« Ce matin, notre contremaître Heri Abdallah, accompagné de deux serviteurs et de six habitants de Djoumoichongo », est allé inspecter le Karthala. »

« Beaucoup de cendre à la Convalescence à 9 h. Les branches d'arbres plient sous le poids. Une seule capucine émerge de la cendre. »

« Départ pour la porte du Karthala vers le Nord. Le sentier est couvert de cendre, comme du mastic. Pas une feuille aux bruyères. Poursuivant sa route, Heri parvient au lac Nord Marguerite, situé à peu de distance de la porte du Karthala. Le sol y est cassé, fendu, puis devant l'entrée et en partant dans la direction Nord-Est et s'en allant à perte de vue, trois fissures, de très peu de largeur, dans le prolongement desquelles il aperçoit au Nord le cratère de Tsiroutsouzi (celui 1.300 m. de 1904) d'où s'échappe de la fumée grise, d'où s'écoule de la lave, puis, plus à l'Est, dans la direction de Chomoni, à une altitude plus élevée, le nouveau cratère fumant rouge, fusant, et d'où s'écoule aussi de la lave. »

« Constatant que toute la partie Est des crêtes du pourtour du grand cratère a été pilonnée par des pierres lancées par la cheminée centrale, Heri revient sur ses pas, mais en gravissant la crête Ouest du Karthala qu'il se met à suivre dans la direction du Sud-Ouest. »

« Arrivé au-dessus de la Convalescence, il trouve

des quantités de trous faits par de grosses pierres rondes qui s'y sont enfoncées; cela lui rappelle les vues de pilonnage de la guerre actuelle qu'il a vues dans l'*Illustration*. »

« Arrivé vis-à-vis de la cheminée centrale et faisant face à l'Est, il constate que tous les sommets des bords du grand cratère se sont écroulés à l'intérieur, mais sans qu'il se soit fait de *fissures verticales* (done les bords tiennent). »

« Tout le pourtour de l'orifice de la cheminée centrale s'est écroulé intérieurement; l'orifice s'est élargi d'au moins du double vers le Sud-Est, atteignant de ce côté (direction Domba) le pied même du bord du Karthala. »

« De la fumée (comme celle, dit-il, d'un tas de chaux qui termine de brûler) s'échappe de la cheminée. Pendant qu'il contemple, il entend plusieurs fortes détonations coïncidant avec des séismes et du bouillonnement. L'une est accompagnée d'un jet de pierres, ce qui le décide à s'en retourner. »

« Dans le lac Sud Alice, des pierres ont été projetées et de la cendre en quantité. »

Retour des explorateurs par le lit du torrent de Choini dont les rives sont écroulées... (Suivent des remarques diverses).

« J'ai omis au cours du récit d'Heri de consigner que des deux monticules de sable, de cendre, qui existaient dans le fond du Karthala à l'Ouest et au Nord-Ouest de la cheminée centrale, l'un, celui de l'Ouest avait complètement disparu; le second était entouré de nouvelle cendre et l'on n'en distinguait plus que le sommet... (Suivent des considérations diverses sans intérêt).

Ch. LEGROS.

SECOND RAPPORT DE M. CH. LEGROS

« Le 14 octobre 1918, enfin, de compagnie avec mon ami le Révérend Père Ball, nous nous mettons en route pour le Karthala. ...Montée, cendre aux branches, très fine et qui pénètre partout.

« A 11 h. 55, nous atteignons la Convalescence... »
« Nous constatons avec plaisir que, contrairement aux dires des indigènes, il n'y est tombé que peu de cendre, peut-être deux ou trois millimètres... »

« Au-dessus des bruyères, au Trou Rouge, on aperçoit un éboulis nouveau, mais sans grande importance... »

« Température moyenne, 20° dans l'après-midi, 12° le soir. »

Le 15 octobre, à 5 h. 55: A partir du torrent de

Mkazi, la cendre se fait plus épaisse, on y retrouve la marque des pas d'Heri; il y a maintenant une épaisseur de cinq centimètres, la cendre s'est tassée, solidifiée, puis sous l'action du soleil elle s'est craquelée assez régulièrement en parties presque carrées ayant environ six à huit centimètres carrés. 7 h. 45, « 2.120 mètres, Lac Marguerite (Nord) ». Aucune fissure. « Entrée du Karthala, deux petites fissures où l'on ne passerait pas la main, à deux mètres d'intervalle et allant vers le Nord, mais pas loin. L'intérieur du Karthala est plein de brouillard, ou pour mieux dire de nuages, qui cependant circulent. »

« Gravissant alors l'extrémité Nord de la crête Est, nous apercevons au loin dans le Nord un peu de fumée, sortant d'une éminence brûlée, puis à 8 h. 12, 2.200 mètres, nous marchons vers le Sud, suivant le bord du cratère, et au plus près... » Marche dans le brouillard; à 10 h. 15, il se lève un peu; on aperçoit le fond du cratère et la cheminée centrale considérablement agrandie, entamant la paroi Est du cratère. « Nous sommes exactement sur le bord Sud du Karthala; à nos pieds on aperçoit: dans le fond du cratère à l'entour de la cheminée centrale, à l'Est et au Sud, les bruyères rôties; je dis rôties parce qu'elles possèdent encore leurs branches et leurs feuilles, et ce rôtissage existe également à une certaine hauteur de la paroi intérieure; à l'Ouest, c'est la dévastation complète, le fond du cratère est recouvert de cendre et de gros sable gris; il ne reste plus trace de végétation; de même sur toute la hauteur de la paroi, rien, c'est la vraie désolation... » « Au sommet, encore debout des fûts de bruyère sans branches, écorcés; la couleur cendre est générale... »

« Cette couleur cendre générale de la paroi Ouest fait un contraste saisissant avec la couleur verdoyante de la paroi Est, qui surtout dans la boucle Sud-Est du Karthala n'a subi aucun dommage. »

« La cheminée centrale donne une coupure circulaire du sol très nette. A l'Est s'écroule dans cet abîme la paroi du cratère qui est coupée verticalement jusqu'à son sommet... »

Lac Alice Sud (2.240 mètres). Dans le lac, petits entonnoirs produits par les pierres lancées par la cheminée, jusqu'à 200 mètres environ. La plupart enfoncées dans le sol complètement. Beaucoup d'entonnoirs saupoudrés de salpêtre. Certaines pierres sont éclatées; la plupart ont un grain fin et dur désigné par les Comoriens sous le nom de « Tsi-dahoué. »

Du côté Ouest, entonnoirs à l'infini, écartés de 50, 40, 30 centimètres. Troncs de bruyère brûlés...

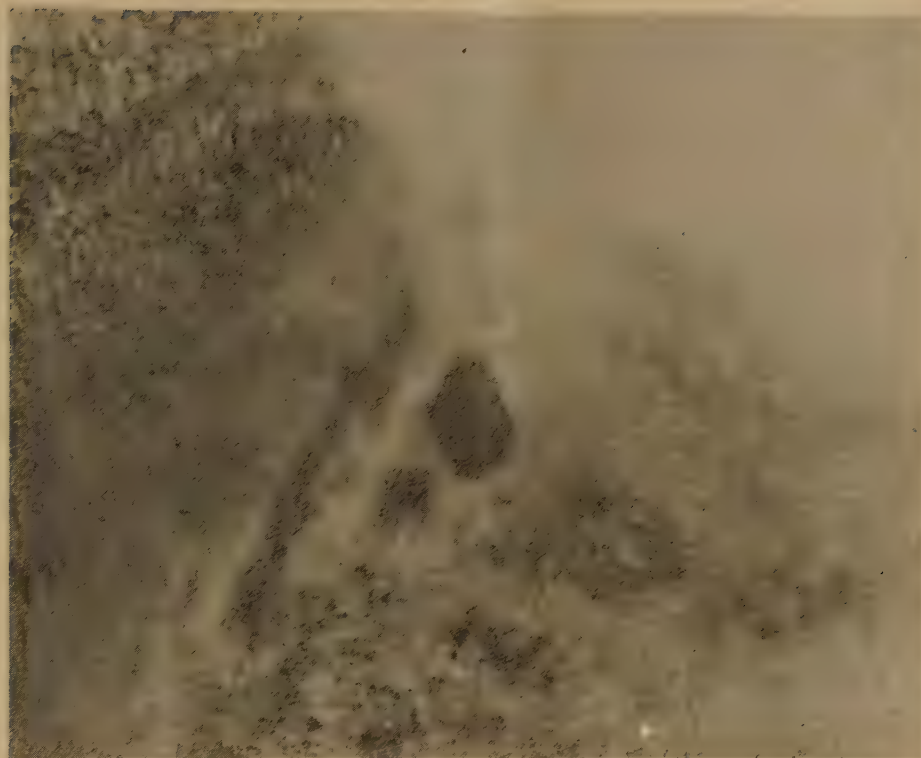
« 12 h. 45; nous sommes vis-à-vis maintenant de la cheminée et à l'endroit de la crête le plus près. Sans instruments, il est impossible de retrouver la place et les dimensions de l'ancienne cheminée, pour avoir une appréciation exacte de son agrandissement; à l'œil, j'estime qu'elle a au moins sextuplé, et je dois être au-dessous de la vérité ». Eboulis le long de la paroi du cratère... Sur le contrefort: « 14 h. 30. Nous regagnons la crête. 15 h. 25, nous retrouvons la végétation et nous trouvons alors vis-à-vis de la nouvelle et seconde cheminée, qui est située dans l'étranglement du cratère, à un kilomètre environ de l'entrée, à l'Est des monticules de cendre anciens, dont l'un est entamé par elle et s'y effondre. L'aspect de cette cheminée est le même que celui de son aïeule, elle en est bien la petite fille, même coupe, mêmes coloris à ses parois; elle peut avoir 300 mètres de diamètre. De l'endroit où nous sommes, nous apercevons à nouveau une partie de la grande cheminée, ce qui nous confirme dans notre appréciation de son agrandissement. Nous sommes tentés d'aller jusqu'au bord, mais pour une fois la raison l'emporte. »

Les 16 et 17 octobre, séjour à la Convalescence. Le 18 à 5 h. 30, en route, même chemin. Arrivée au cratère à 7 h. Marche vers l'éruption, direction Nord-Est. « 8 h. 45, on atteint la lave nouvelle, je ne dirai pas fraîche, car elle est encore chaude par endroits, et de temps en temps s'élèvent de légères fumées sulfureuses; plus bas même, il y a un envoi constant de fumée qui donne le volume approximatif de celui d'une locomotive, fumée blanche bleutée »; bulles de lave sur la bruyère.

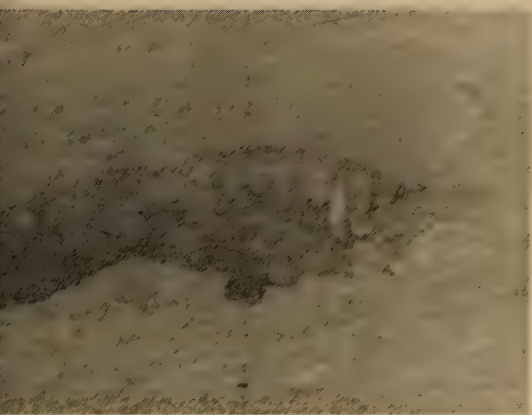
« Nous atteignons le point culminant de l'éruption par 1.980 mètres. C'est une fissure, crevasse qui a émis de la lave ayant l'aspect d'une pâte, comme du bitume qui se serait écoulé sur un sol à aspérités et par suite aurait eu écoulement dans toutes les directions, et toutes les formes possibles, avec des juxtapositions, gris comme un vernissage. Au point supérieur il s'est produit une vésicule protubérante qui s'est ouverte par le sommet et donne un orifice d'un diamètre de 35 centimètres... Fissure Nord 25. Plus importante plein Nord en descendant... »

Fissure suivie en descendant, puis retour vers l'Ouest à travers une ancienne coulée de lave, et retour à Boboni et Nioumbadjou.

Ch. LEGROS.



Vue s'étendant de B à B' du plan Bc (2). A gauche, parois verticales de la cheminée ; au milieu, monticule Mo ; en bas de la photographie, en partie masquée par les vapeurs, fond de la cheminée.



gauche. Vue de l'effondrement EB du plan Bg. En E, éboulis aboutissant au fond de la cheminée.



Clichés Rasp.

droite. Grande cheminée, vue sur le S.S.E. N2. 2 niveau : N4, 3 niveau : a, éboulis entre le 2^e et le 3^e niveau ; c, éboulis entre le 3^e niveau et le fond de la cheminée. Dans l'arrière-plan une partie du paysage disparaît dans le brouillard.

Formation et variabilité des pluies à Tahiti

INTRODUCTION

Le climat océanien est essentiellement régulier dans ses manifestations de pression, de température et même d'humidité. Il n'en est malheureusement pas de même pour la pluie, et si d'une année à l'autre on n'observe que quelques dixièmes de degré dans les variations de la température, il n'est pas rare de noter pour la pluie, des totaux annuels ou saisonniers variant du simple au triple. Une telle irrégularité peut présenter de très graves inconvénients dans certaines îles, aux Marquises surtout, où l'on cite de très longues périodes de sécheresse de quatre et même sept années, au cours desquelles la famine décima la population de vallées entières. Par la répercussion que peut avoir l'extrême variabilité des précipitations sur la vie pratique, l'hygiène, la nourriture des populations, il est donc nécessaire d'essayer de rechercher si ces irrégularités apparentes ne sont pas régies par une loi introduisant une périodicité dont il serait très utile de connaître la fréquence. Mais au milieu d'une telle foule de phénomènes accidentels dus à des causes aussi variées que nombreuses, est-il possible de discerner une telle périodicité ? Il faut pour cela de très longues séries d'observations pluviométriques, chose qui n'a jamais été entreprise en Océanie sauf à Papeete. Dans ce qui suit, il ne sera donc question que de la variabilité des pluies à Tahiti. Ceci d'ailleurs présente d'autant plus d'intérêt que la « saison des pluies » 1936-1937 a été particulièrement sèche, puisque le total pour les mois de décembre 1936, janvier, février et mars 1937, est inférieur à la normale dans la proportion de 80%. A titre d'indication, ajoutons que certaine île de l'Archipel des Tuamotu a dû être évacuée par suite du manque d'eau douce.

DOCUMENTATION

Les mesures exactes des précipitations à Papeete, n'ont guère été faites que depuis 1932, c'est-à-dire peu après la création du Service Météorologique en Océanie. Toutefois, en se référant aux observations publiées par le Journal Officiel de la colonie et à quelques documents retrouvés à l'Hôpital Colonial de Papeete, on a pu dresser un tableau de chute des

pluies de 1896 à nos jours avec seulement une interruption de cinq années (1911 à 1915) pour lesquelles, malgré d'actives recherches, il n'a pas été possible d'avoir quelques indications. A coup sûr, les séries de mesures ainsi reconstituées ne sont pas d'une exactitude rigoureuse, ni d'ailleurs d'une homogénéité parfaite; mais elles permettent de tracer « grosso modo » une courbe moyenne des précipitations d'où les erreurs accidentelles ont pu être éliminées, et d'avoir ainsi une idée générale des variations des chutes de pluies en fonction du temps.

D'autre part, M. le professeur Harrison W. Smith a installé, en juin 1922, un pluviomètre dans sa propriété de Motuovini à Papeari, versant S.-E. de Tahiti, et a fait depuis cette date des mesures aussi régulières que précises, des quantités de pluies recueillies. Nous tenons à le remercier ici d'avoir bien voulu mettre à notre disposition les relevés de ses observations, ce qui nous a permis de composer un parallèle très intéressant entre la pluviosité des côtes S.-E. et N.-W. de Tahiti, et de faire ressortir l'influence des vents dominants. D'ailleurs, la période de 1923-1936 est d'autant plus importante qu'elle comprend une double oscillation de l'activité solaire :

1923.. Minimum des taches : 6,3 (nombre de Wolfer)
1928.. Maximum des taches : 74,5
1933.. Minimum des taches : 5,5

Le calcul de la « normale » pouvait présenter quelques difficultés pour Papeete : l'absence d'observations pour la période 1911-1915 pouvait rendre illusoire le calcul qui consiste à prendre la moyenne arithmétique des observations d'un grand nombre d'années. Il n'en est rien. La moyenne des pluies de 1916 à 1936, et celle relative à 1896-1936 sont sensiblement les mêmes, compte étant tenu de la lacune indiquée ci-dessus. Il est donc tout à fait légitime d'admettre comme « normale » le nombre ainsi trouvé et qui donne pour l'année un total moyen de : 1.912 mm. Cette valeur classe Tahiti parmi les stations insulaires tropicales de moyenne pluviosité ainsi que le montre le tableau suivant :

Padang (Sumatra)	4.576 mm.
Macassar (Célèbes)	3.042 mm.
Apia (Somoa)	2.816 mm.
Papeete	1.912 mm.
Batavia	1.836 mm.
Port au Prince (Haïti)	1.397 mm.

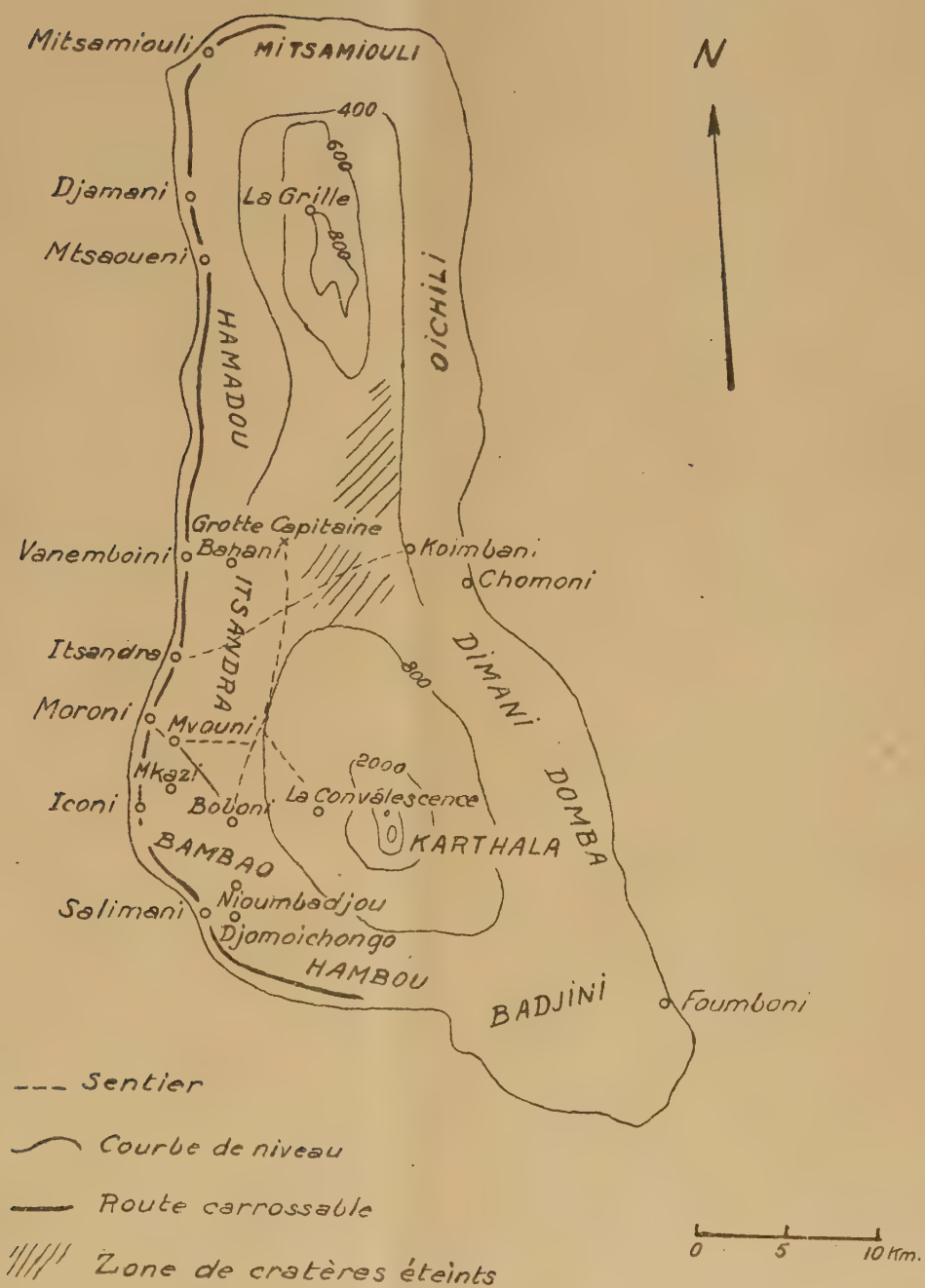


Fig. I.- Grande Comore (Carte G d C)

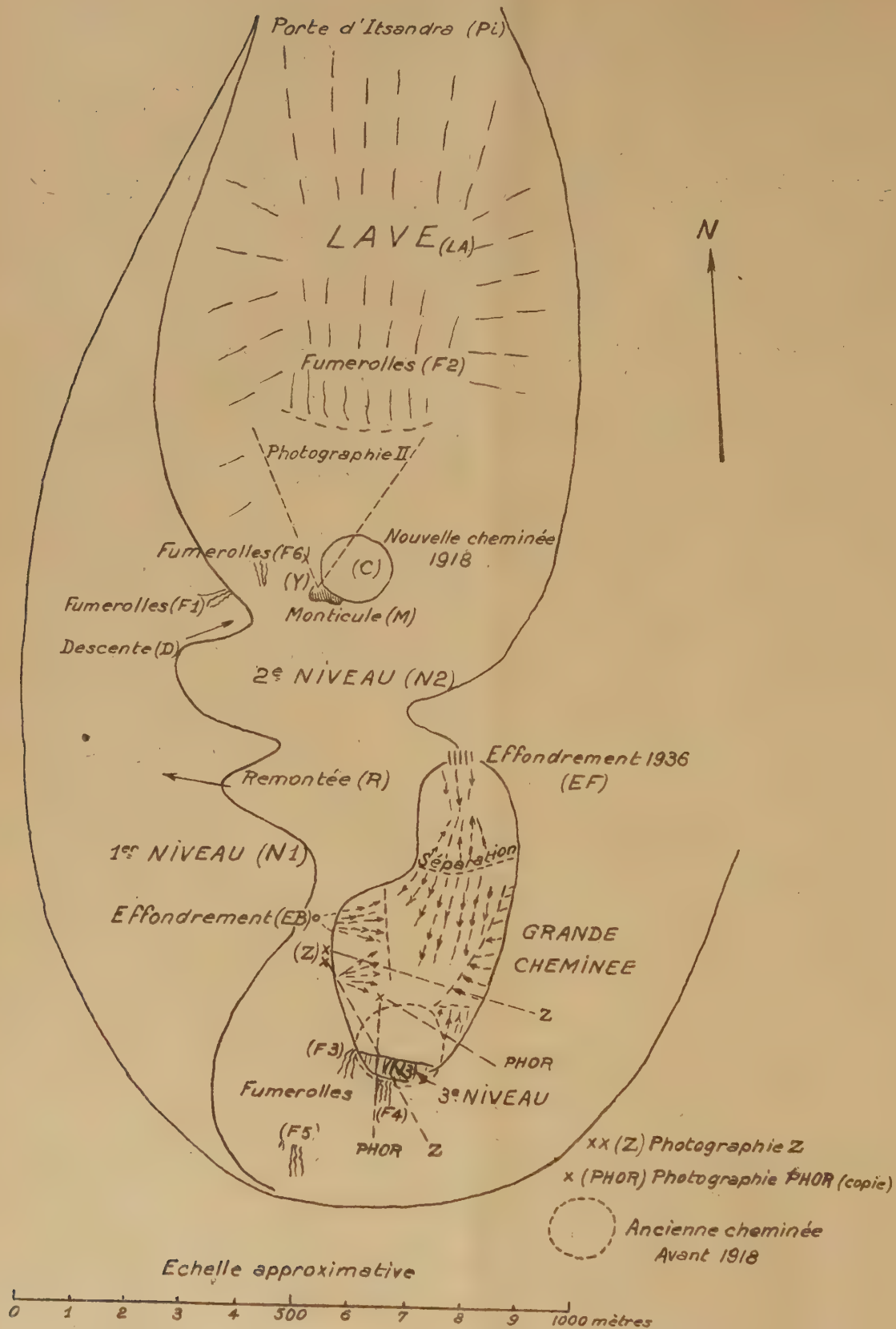


Fig. 2.- Plan approximatif du cratère du Karthala (Plan B g)

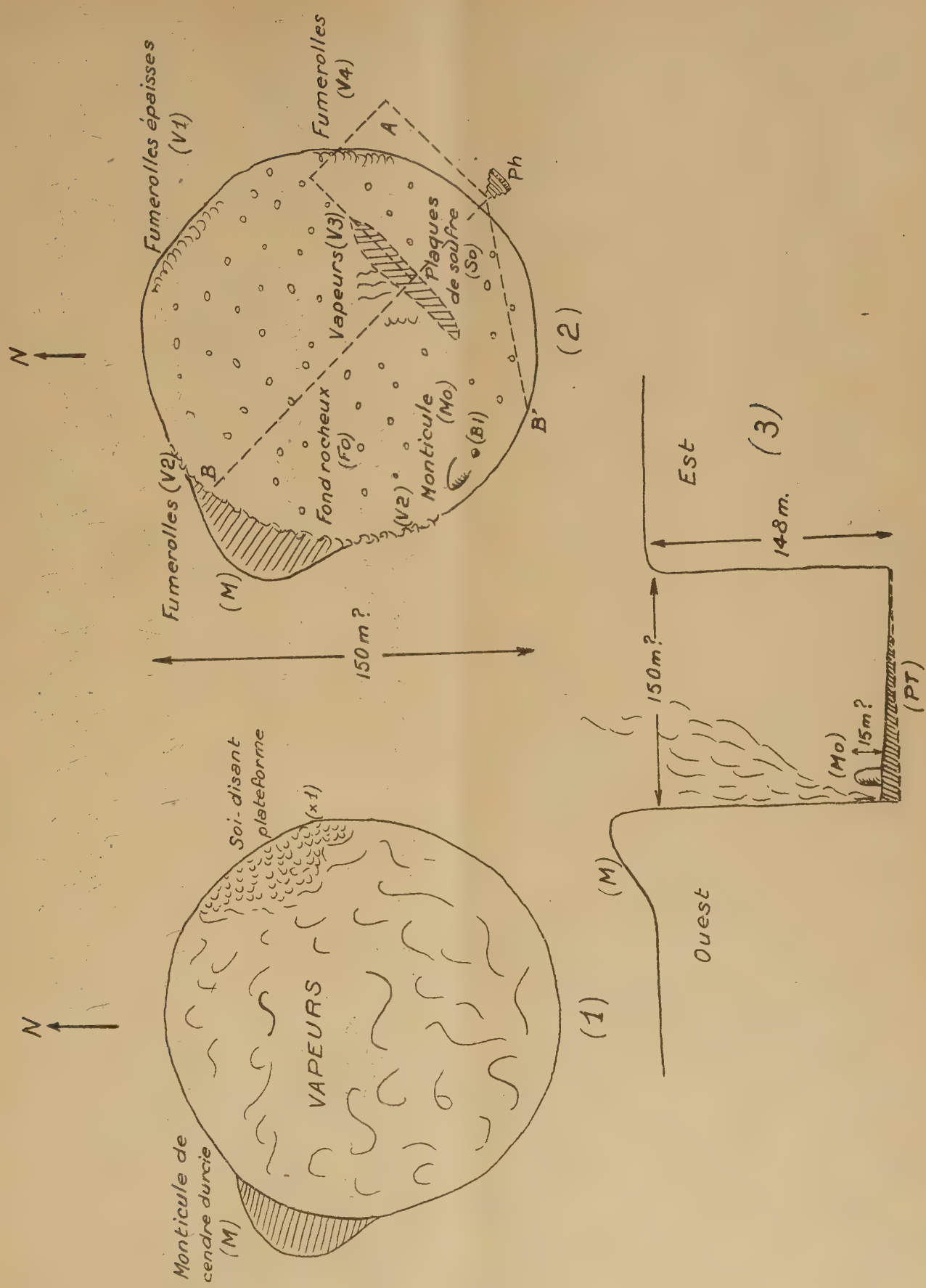


Fig. 3.- Cheminée active (Plan B c)

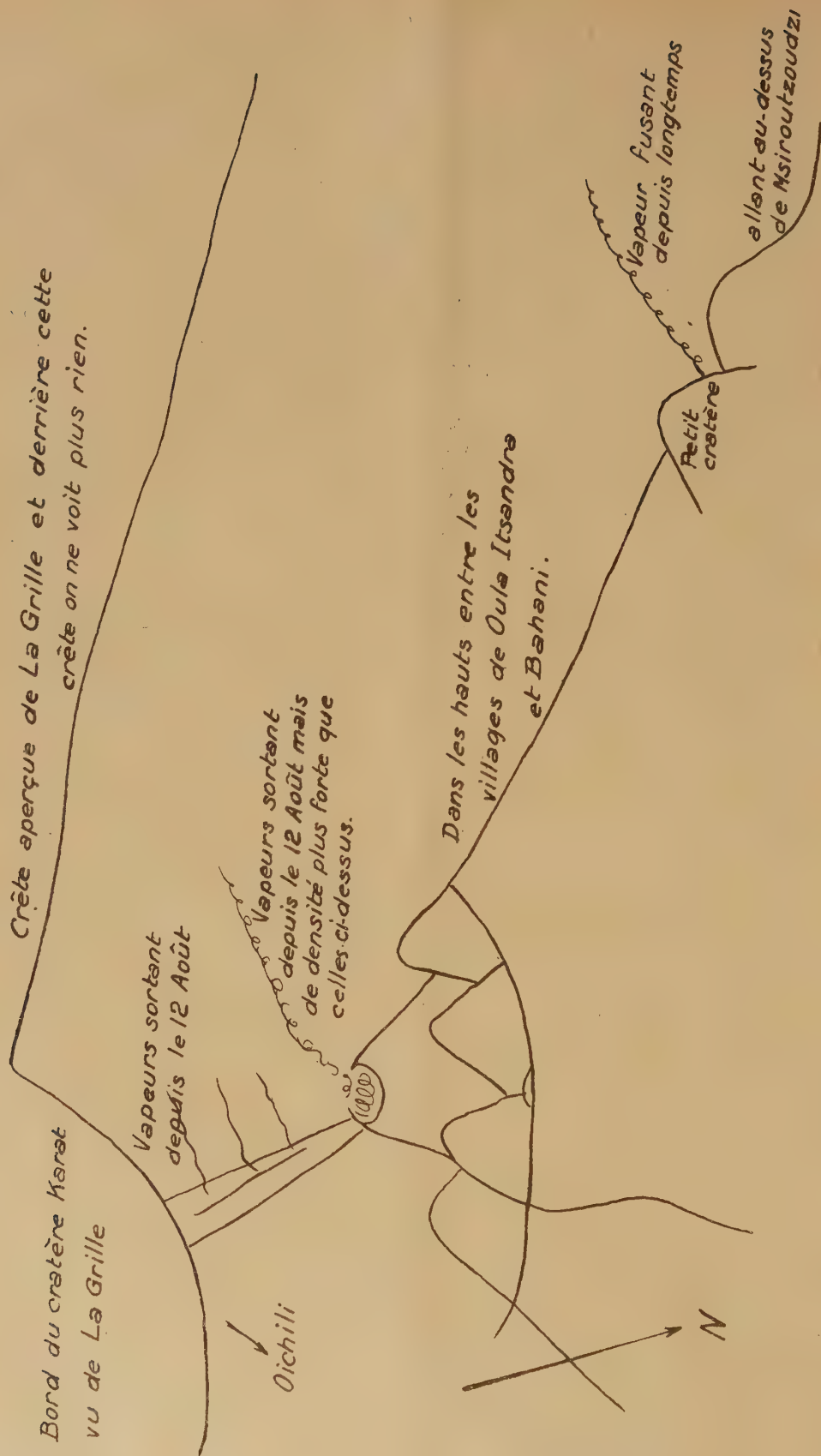


Fig. 4.- Silhouette du Karthala vu de la Grille et manifestations depuis le 12 août 1918.



Fig. 5.- Altitude 2400 m. Cratère du Karthala (8 kilomètres de tour). Il affecte la forme d'un trèfle. La cheminée centrale, dans laquelle on ne peut descendre, a 400 m. de circonférence.

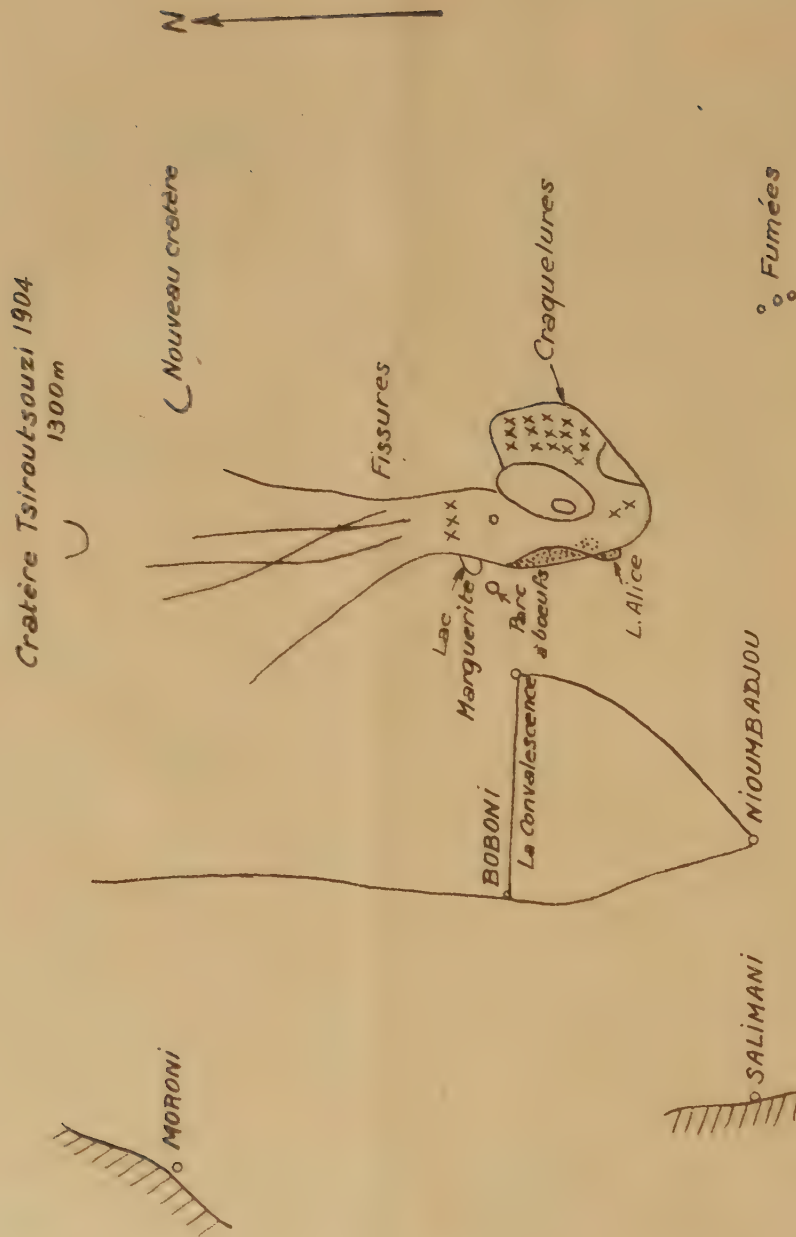


Fig. 6.- Plan L E

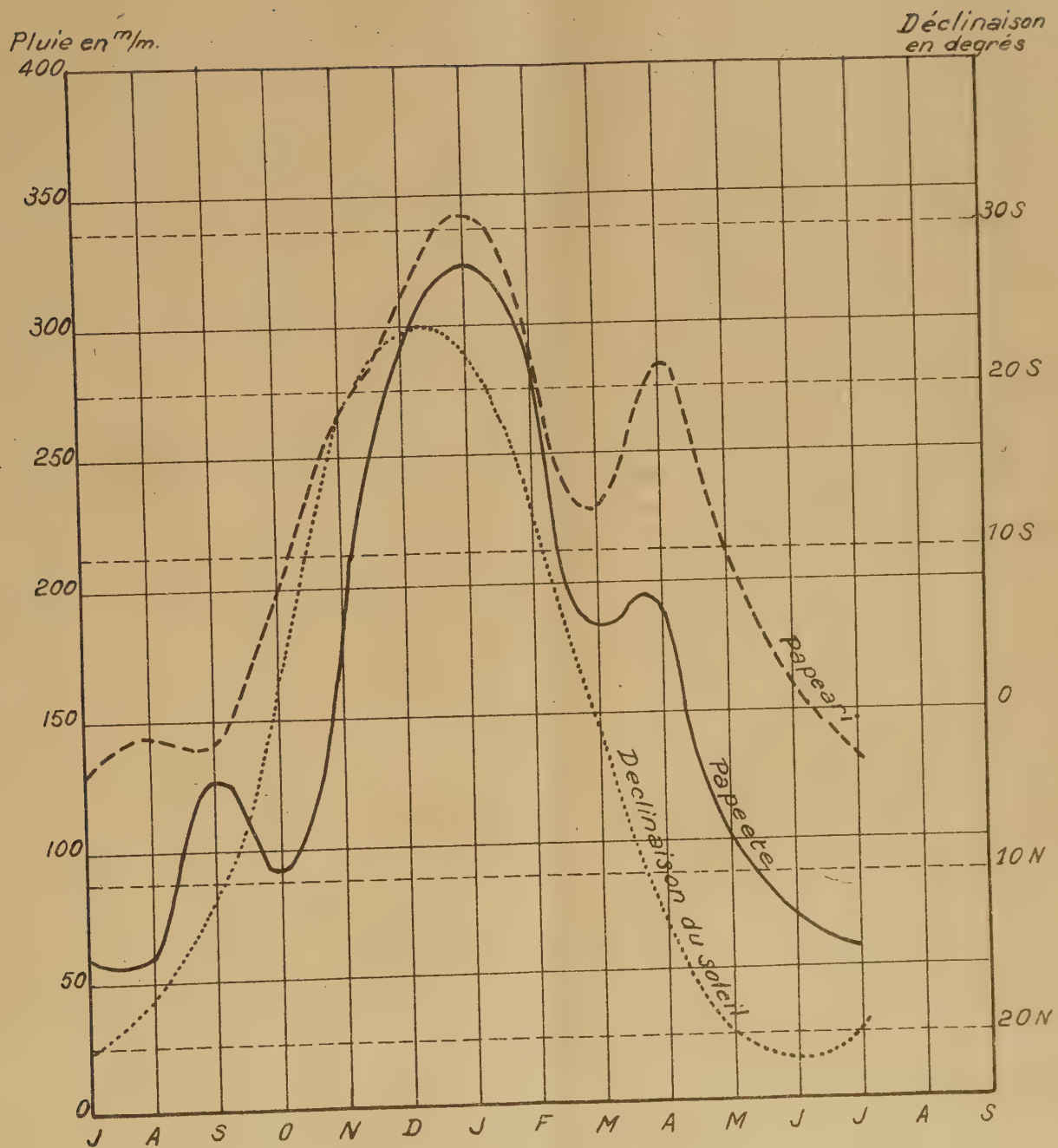


Fig. I.- Mouvement du Soleil en déclinaison et pluies mensuelles à Papeete et à Papeari

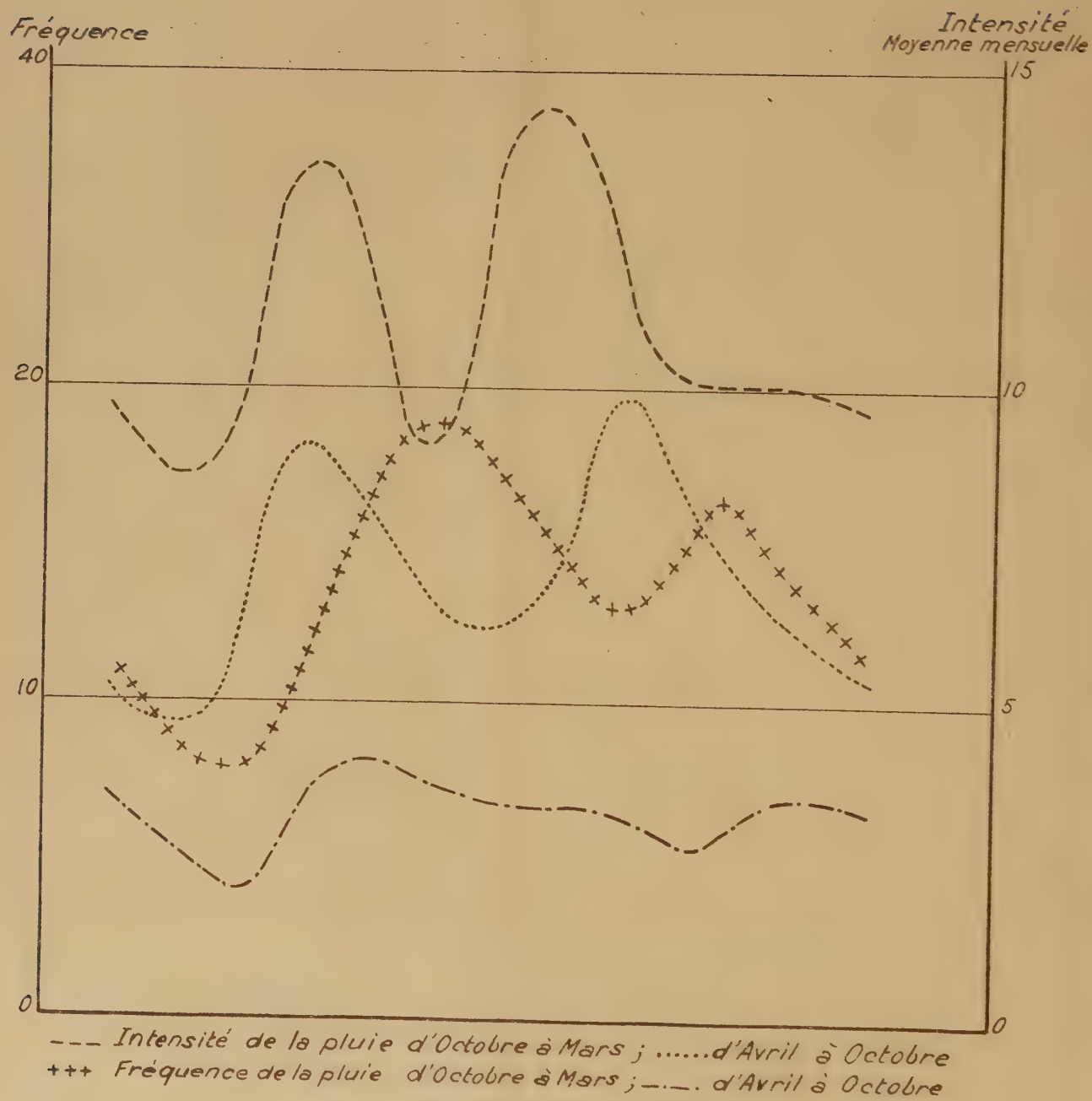


Fig. 2.- Variation diurne de la pluie à Papeete

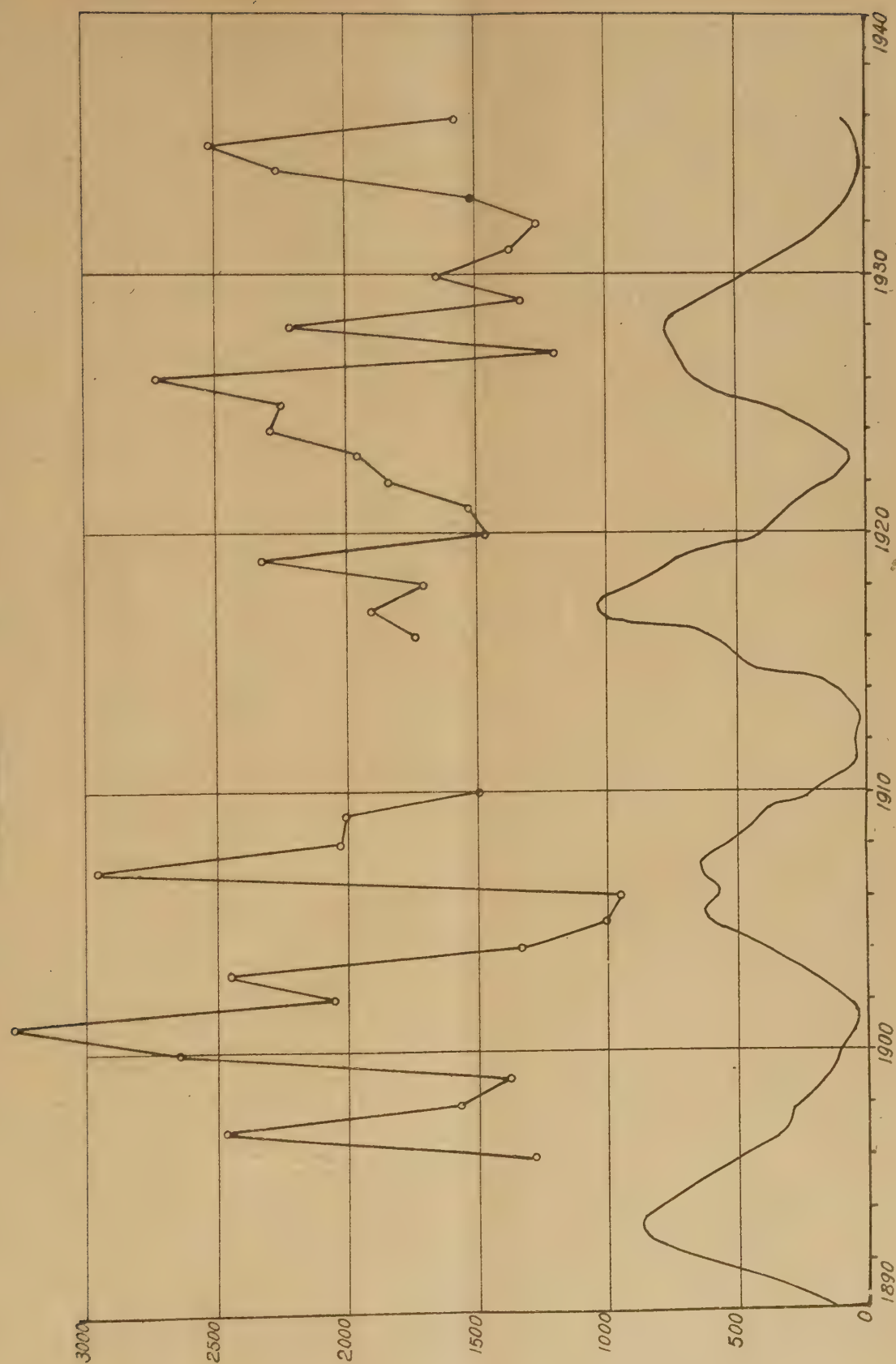


Fig. 3.- Quantités de pluie recueillies à Papeete
1896-1910; 1916-1936

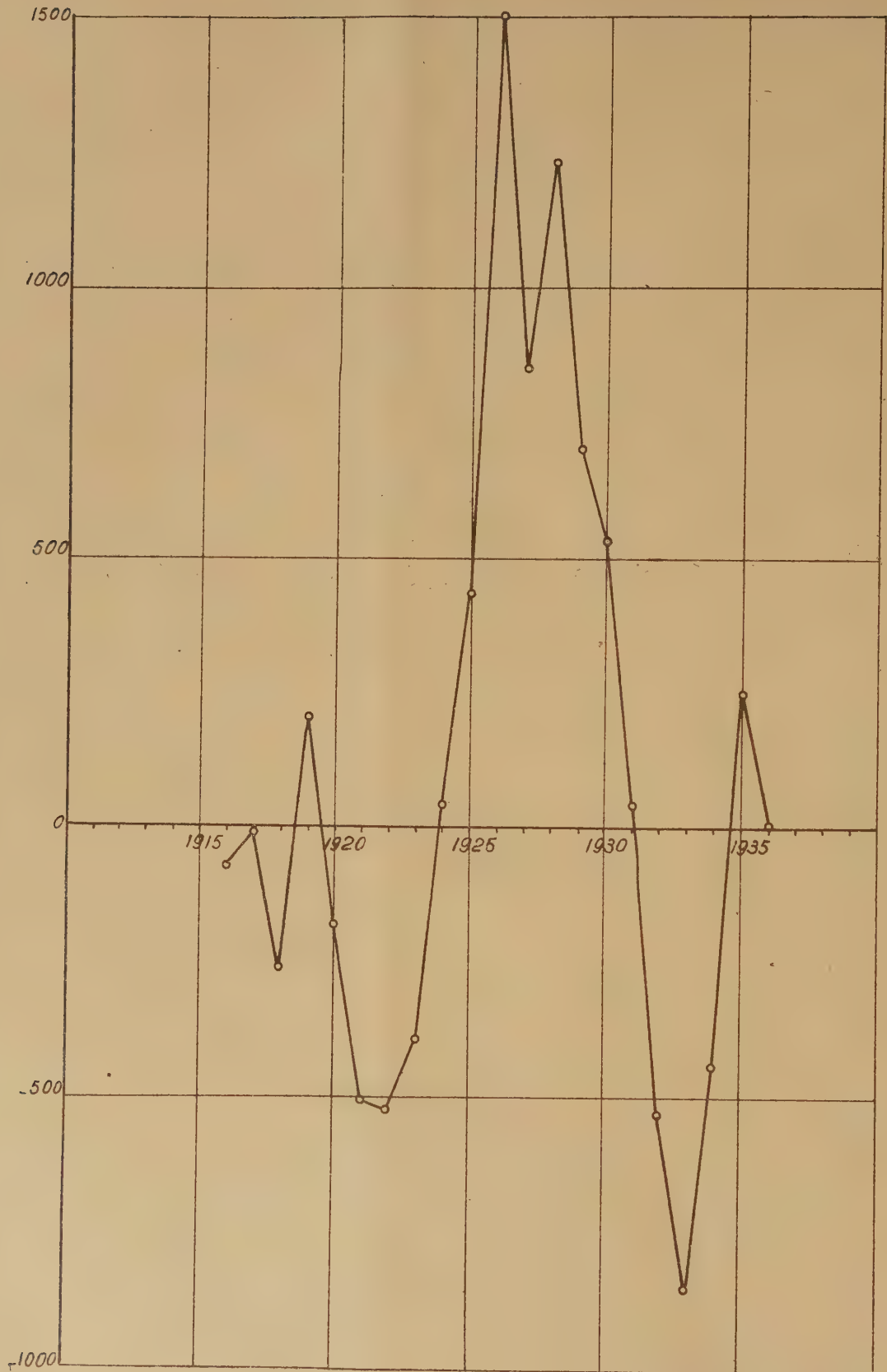


Fig. 4.- Courbe des écarts accumulés au 31 décembre 1936

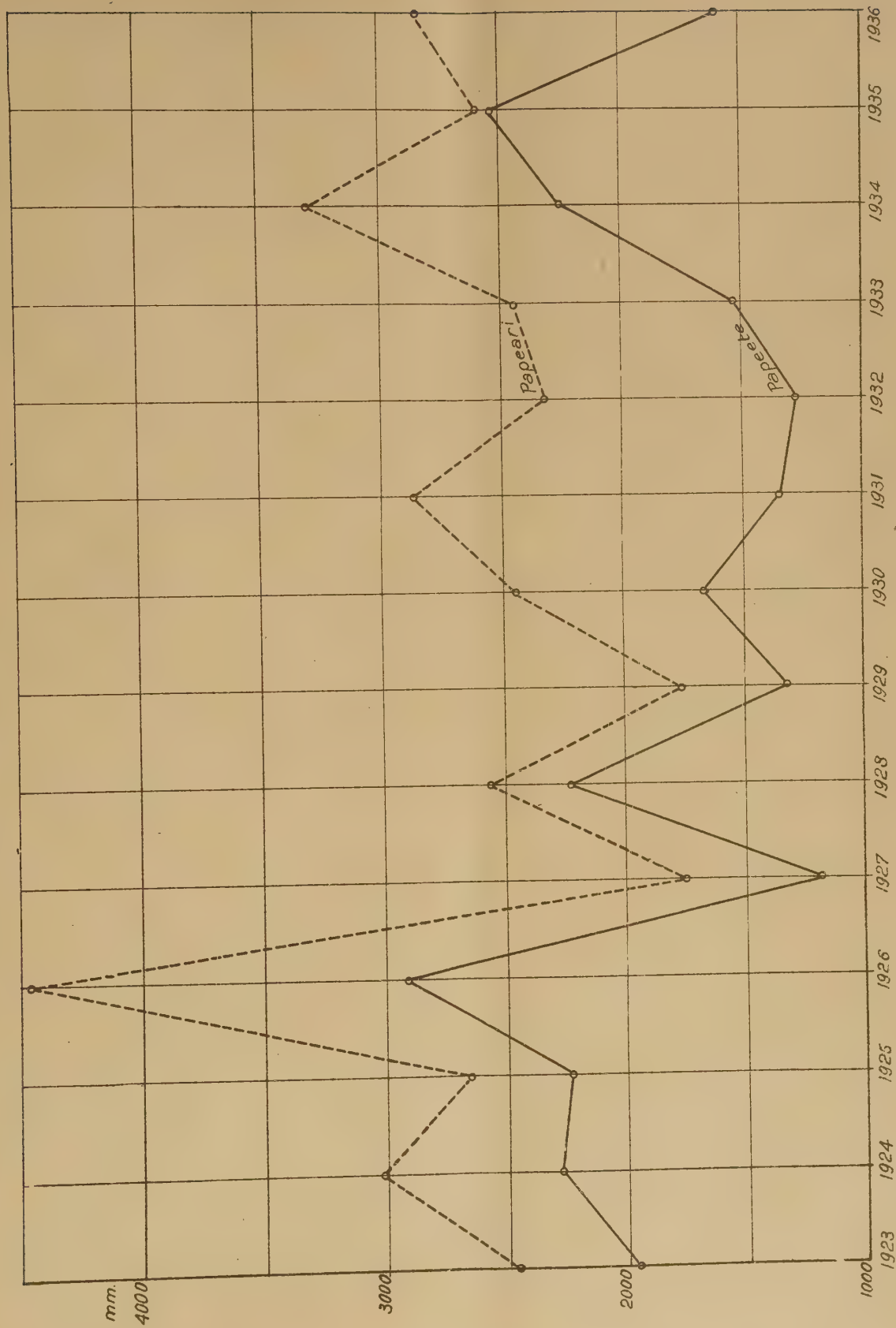
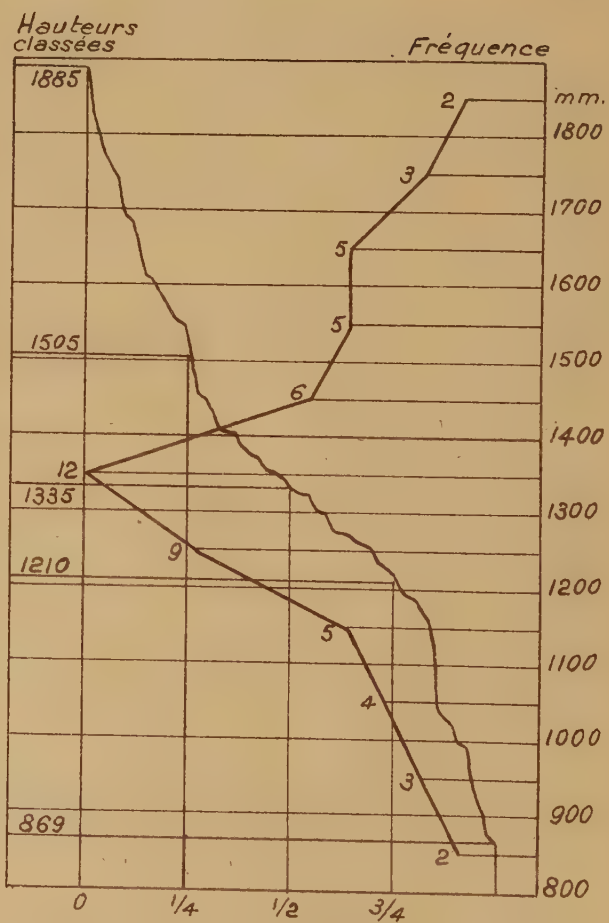
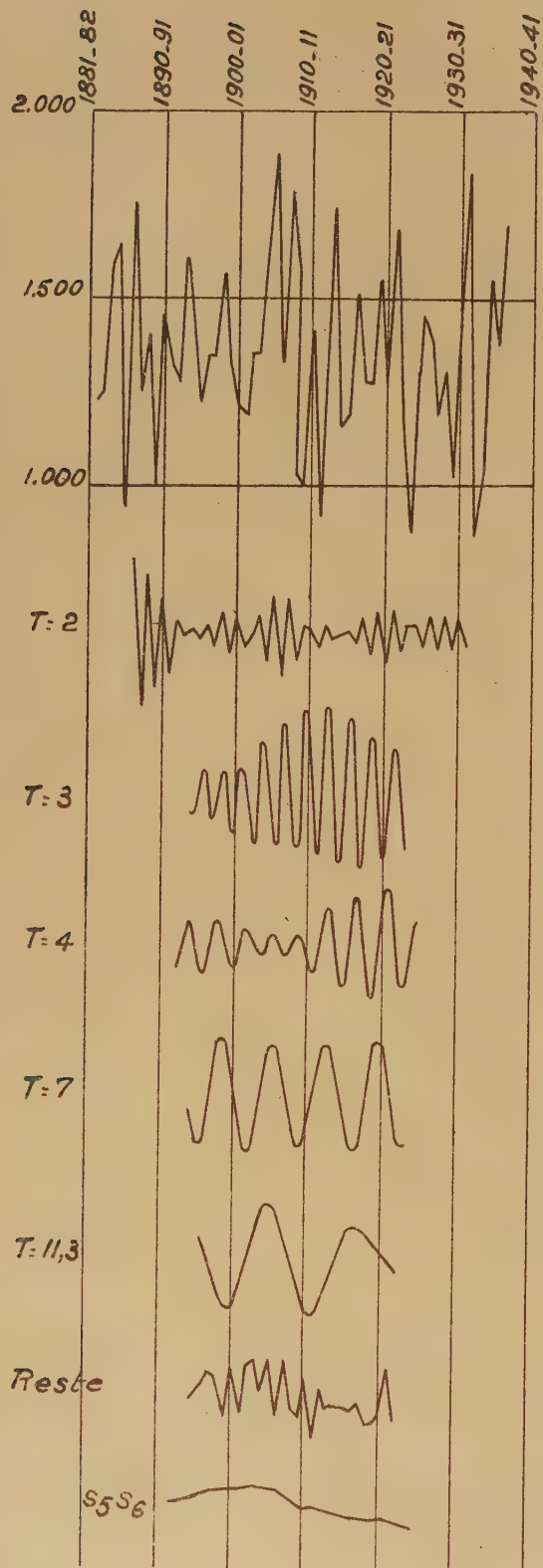


Fig. 5.- Quantités de pluies recueillies annuellement à Papeari et à Papeete de 1923 à 1936



FORMATION DE LA PLUIE

Pluies orographiques. — Ces pluies, provoquées par l'ascension de l'air soufflant sur les montagnes, sont peu importantes, du moins en quantité, à Tahiti, et n'intéressent guère que la partie E. et S.-E. de l'île; il n'est pas rare en effet, de noter dans les districts de Papeari, d'Afaahiti, et en général dans toute la presqu'île de Taïarapu, des averses fréquentes mais passagères apportées par l'alizé. Celui-ci, tout chargé d'humidité, heurte les montagnes tahitiennes (2.200 mètres) qui, plus froides et plus sèches, l'obligent soit à s'élever, soit à contourner le piton central. Dans le premier cas, la condensation s'opère, et un abaissement même léger de la température précipite l'eau en excès; dans le second cas, le vent contournant l'obstacle se refroidit très peu, et n'occasionne que de faibles chutes de pluie, bruines, s'observant même au N.-W. de l'île, à Papeete. Ce deuxième cas est d'ailleurs le plus fréquent: il existe en effet entre 1.500 et 2.000 mètres une zone de courants très stable, qui s'oppose au mouvement ascendant de l'air, lequel n'a alors d'autre ressource que celle de passer au Nord ou au Sud du massif montagneux.

Pluies de convection. — L'air humide, s'échauffe au contact du sol, s'élève très rapidement, et produit les pluies dites de convection en se refroidissant. Ce refroidissement peut d'ailleurs se faire de plusieurs manières: soit par détente adiabatique: pluies très abondantes, soit par mélange avec d'autres masses d'air plus froides: pluies faibles et passagères; soit encore par rayonnement: précipitations très rares et très faibles.

Les pluies de convection, produites en majeure partie par détente adiabatique, ne sont pas à proprement parler très abondantes à Tahiti, alors qu'à Moorea, île située à quelques dix milles à l'Ouest de Papeete, elles semblent prépondérantes; cependant, des observations précises n'ayant jamais été faites à Moorea, il n'est pas possible de l'affirmer.

Le phénomène de convection s'observe en particulier pendant les belles journées de la saison chaude. Les manifestations sont les mêmes que celles qu'on a observées dans les autres pays tropicaux: 7 heures du matin: le ciel est clair, quelques légères vapeurs encore accrochées aux flancs de l'Aorai, se dissipent rapidement. Mais déjà, des fracto cumulus naissent, se groupent lentement, tous à la même hauteur, dessinant ainsi une sorte de zone-limite au delà de laquelle ils semblent ne pas pouvoir s'élever. Puis,

des cumulus en grosses balles apparaissent, se soude, croissent en volume, et cachent progressivement la montagne. Généralement vers 10 heures, quelques fois même à 9 heures, toute l'île est recouverte d'une nappe de formations nuageuses à l'aspect imposant. Dans cette masse qui semble s'alimenter par le bas, des bourgeonnements apparaîtront bientôt tandis que des rayures grisâtres se dessinant dans le bas, indiqueront la chute de quelques ondées locales et passagères. Entre midi et 15 heures, le phénomène de convection atteint son maximum: de véritables montagnes de nuages aux assises très sombres et aux sommets d'un blanc éclatant, se sont constituées; assez souvent on y note la présence de cumulonimbus sans enclume mais avec panache apportant avec eux quelques ondées sans importance; les manifestations électriques y sont très rares et les grains qui peuvent prendre naissance présentent peu d'intérêt, leur vitesse de propagation excédent rarement 30 kilomètres à l'heure. Vers 16 heures la lourde masse nuageuse qui couvrait toute l'île se dissout très rapidement: la montagne réapparaît; les gros cumulus se résorbent ne formant bientôt que quelques bancs peu épais, voguant lentement vers l'Ouest, où disposés en strates parallèles ils donneront la belle variété nuageuse appelée « stratocumulus vespéralis ».

Certains jours particulièrement chauds et humides le phénomène convectif sera très intense et s'observera dès le matin; il sera possible alors de constater dès 8 heures la présence de cumulus puissants, se transformant très rapidement en cumulonimbus culminant à 6.000 mètres. Ces cumulonimbus apporteront la pluie vers midi, sous forme d'averses locales, passagères mais assez fortes.

En résumé, si la convection peut produire à Tahiti quelques précipitations, celles-ci sont peu importantes, et ne sauraient être comparées à celles dues aux « systèmes nuageux » qui vont faire l'objet du paragraphe suivant.

Pluies dues aux « systèmes nuageux ». — L'observation continue de la succession des différentes espèces nuageuses, abstraction faite des formations locales, nous a permis d'étendre au climat Océanien, les conclusions relatives à l'organisation des masses nuageuses dans l'atmosphère des régions tempérées et polaires. La présence de « systèmes nuageux » parfaitement organisés ayant été constatée, il est légitime de penser que leur évolution est la même que dans les latitudes plus élevées, et non moins légitime d'adopter pour les pluies océaniques la classification indiquée par J. Bjerknes et H. Sol-

berg (1). Toutefois, il est bon de remarquer que les « systèmes nuageux » semblent ici, se déplacer avec une très grande rapidité, les « intervalles » qui les séparent étant très marqués. Quoiqu'il en soit, ils apportent avec eux des précipitations très abondantes :

1^o *Pluies dites de « front froid »*, c'est-à-dire provoquées par l'ascension de l'air chaud sous la poussée d'une invasion d'air froid, ou mieux, relativement moins chaud. La succession des variétés de nuages observées est, à peu de choses près, la même que celle qui est indiquée par J. Bjerknes et H. Solberg. Le « système » s'annonce par l'arrivée de cirrocumulus en petites balles disposées en files, précédant de très peu des alto-cumulus en bancs plus ou moins organisés affectant quelquefois la forme lenticulaire, couvrant progressivement et rapidement tout le ciel ; un alto-stratus apparaît peu après généralement sous la variété opacus, et avec lui des rouleaux de cumulus puissants qui déversent d'abondantes pluies pendant quelques heures (deux ou trois tout au plus). Le passage du « système nuageux » est donc de courte durée ; la fin est marquée par la dissociation des cumulus en fractocumulus s'éloignant rapidement vers l'Ouest. Cependant il arrive parfois que la pluie se prolonge pendant toute une journée sous forme de chutes légères ; dans ce cas elle semble avoir pour cause déterminante l'élévation de l'air chaud associée à l'influence du relief.

Le réseau peu serré des stations météorologiques, le manque de sondages de température, ne nous permet pas de suivre d'une façon précise l'évolution et les manifestations du front polaire en Océanie. Néanmoins, il apparaît comme évident que l'influence du relief doit y être secondaire : les quelques îles que les masses d'air peuvent rencontrer n'occasionnant qu'une perturbation très minime et essentiellement locale. L'air chaud se déplace donc presque aussi vite que l'air froid : ceci expliquerait l'abondance des pluies qui accompagnent toujours les fronts froids de ce type.

2^o *Pluies dites « de front chaud »*, c'est-à-dire provoquées par l'ascension de l'air chaud au-dessus d'une masse d'air froid. Le « système nuageux » s'annonce par la présence de cirrus incinus terminés par des touffes ou des griffes, associés à la variété vertébratus ou radiatus, émissaires très lointains de la dépression qui s'avance. Ces cirrus, très sou-

vent disposés en bandes polaires, envahissent le ciel, se soudent et forment un cirro-stratus filus très léger, accompagné d'un halo solaire ou lunaire ; ces phénomènes optiques durent quelques heures mais s'affaiblissent graduellement : les contours de l'astre s'estompent ; le cirrostratus s'épaissit et s'abaisse progressivement en donnant un alto-stratus d'abord translucidus puis opacus. La pluie apparaît avec les premiers nimbostratus aux formes mal définies hachant de rayures l'horizon qui se « bouche » ; la visibilité devient très mauvaise, et la pluie tombe sans arrêt, abondante, pendant 12 et même 24 heures, marquée seulement à certains moments par un maximum d'intensité. Des fracto-cumulus de moins en moins nombreux indiquent la fin de la dépression : l'éclaircie n'est cependant pas complète : des cirrus densus ou nothus s'observent encore pendant un certain temps.

Pluies accompagnant les cyclones tropicaux. — Bien qu'au point de vue théorique, nous ne fassions aucune différence entre les pluies dues au passage des « systèmes nuageux » et celles qui se produisent pendant les cyclones tropicaux, et que nous les classions toutes sous le nom de « pluies cycloniques », il nous a paru intéressant de donner quelques indications sur l'importance des précipitations observées lors des principaux cyclones.

A proprement parler, les cyclones sont très rares en Océanie, et on ne possède sur eux que peu de renseignements. Néanmoins, des pluies torrentielles provenant à coup sûr de dépressions cycloniques, ont été mentionnées à diverses reprises pendant la saison chaude, c'est-à-dire de décembre à mars. Le seul exemple sur lequel nous avons pu avoir quelques données précises quant aux précipitations, est celui de janvier 1926. Du 1^{er} au 5, voici en millimètres les quantités recueillies à Papeete et à Papeari :

DATES	PAPEETE	PAPEARI
1 ^{er}	79.3	60.0
2	287.3	279.5
3	200.4	361.9
4	58.5	116.3
5	0.1	124.3
6	0.0	0.0
TOTAL.....	625.6	942.0

L'examen de ce tableau montre aisément deux choses :

(1) J. BJERKNES et H. SOLBERG : *Meteorological conditions of the Formation of Rain*, 1921.

1° En cinq jours il est tombé à Papeete deux fois plus d'eau qu'il n'en tombe généralement pendant tout le mois de janvier, et à Papeari trois fois plus, sinon davantage, puisque au cours de la journée du 2, le pluviomètre a été renversé par un coup de vent.

2° La moyenne horaire des chutes pour la journée du 3 a été de plus de 15 mm. ; ce nombre a certainement été dépassé dans de très larges proportions au cours de la journée pendant les averses dont les témoins oculaires disent qu'elles ressemblaient à de « véritables trombes d'eau ». Ajoutons que des dégâts importants furent occasionnés par ces masses d'eau déversées ainsi en quelques heures ; des inondations et des éboulements eurent lieu en divers points de l'île. De tels faits sont heureusement assez rares à Tahiti.

Dans le tableau suivant nous avons indiqué les plus importantes chutes de pluies en 24 heures à Papeete survenues depuis 1900 au cours d'une dépression cyclonique :

DATE	Chute maximum en 24 heures	Quantité d'eau recueillie pendant le mois	« Normale » du mois
12 déc. 1900	212 mm.	1077 mm.	305.5 mm.
22 déc. 1901	247 mm.	505 mm.	»
7 févr. 1902	142 mm.	1028.9 mm.	311.5 mm.
31 janv. 1919	353.5 mm.	892.9 mm.	301.0 mm.
2 janv. 1926	287.3 mm.	656.8 mm.	»
8 févr. 1935	331.4 mm.	795.9 mm.	311.5 mm.

Averses orageuses. — Les orages s'observent à Tahiti pendant la saison chaude, lorsque la situation barométrique correspond à ce qu'on appelle « le marais barométrique ». Ce sont principalement des « orages de chaleur » essentiellement locaux se déplaçant généralement selon la direction S.-E.-N.-W., et quelquefois en sens inverse. On observe

aussi des grains orageux, nettement caractérisés.

Le tableau suivant donne, pour Papeete, le nombre d'orages observés pour la période 1934-1936 :

ANNÉE	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAUX
1934....	7	5	7	5	4	1	0	0	0	0	0	3	32
1935....	7	3	0	6	4	0	0	0	0	1	2	1	24
1936....	4	7	6	2	0	0	1	0	0	1	1	3	25
TOTAUX.	18	15	13	13	8	1	1	0	0	2	3	7	81

La période qui s'étend de décembre à mai est donc la plus fertile en manifestations électriques de l'atmosphère : elle comprend en moyenne 90 % des orages observés au cours de l'année. Les pluies qui en résultent, entrent pour une large part dans le total annuel : elles tombent toujours sous formes d'averses très violentes, de durée variable (mais n'excédant jamais 20 minutes) suivies en général d'une pluie plus faible pouvant durer une heure ou deux. Les quantités d'eau déversées sont énormes : la cadence de 1 millimètre de hauteur par minute n'est pas rare et est souvent dépassée. Toutefois, nous n'avons à ce sujet que d'imprécises données ; l'établissement central de Papeete ne possède un pluviographe que depuis 1935 et cet enregistreur, composé d'un cylindre faisant une révolution complète en 24 heures, ne nous permet pas d'apprécier avec exactitude l'intensité des pluies pendant des temps très courts. Néanmoins les quelques chiffres suivants, quoique approximatifs, mais systématiquement inférieurs à la réalité, nous donnerons une idée des intensités des averses orageuses au cours de l'année 1936 et commencement de 1937 :

DATE	HEURE	DURÉE EN MINUTES	TOTAL	MOYENNE
4 janvier 1936	20 h. 35 à 20 h. 45	10 minutes	14 mm. 3	1 mm. 4
24 février 1936	9 h. 45 à 9 h. 55	10 minutes	10 mm. 2	1 mm. 6
7 mars 1936	02 h. 10 à 02 h. 20	10 minutes	14 mm. 9	1 mm. 5
24 juin 1936.....	01 h. 45 à 01 h. 50	5 minutes	11 mm. 1	2 mm. 2
27 mars 1937	08 h. 10 à 08 h. 14	4 minutes	10 mm. 2	2 mm. 5

C'est à la fin des journées très chaudes que les orages éclatent à Papeete ; cependant, il n'est pas

rare d'observer des manifestations électriques suivies d'averses entre 8 et 10 heures du matin et pen-

dant la nuit entre 22 heures et minuit. Les 25 orages observés à Papeete pendant 1936 sont répartis comme suit :

- 6 orages entre 8 heures et midi ;
- 14 orages entre 12 heures et 18 heures ;
- 5 orages dans la nuit.

Cette proportion est sensiblement la même pour 1933, 1934 et 1935.

II. — VARIABILITÉ DES PLUIES

Variation annuelle. — Le régime pluviométrique, c'est-à-dire la répartition moyenne des précipitations au cours de l'année, constitue un élément de climat très important, puisque à chaque régime pluviométrique, surtout dans les pays chauds, correspond un ensemble de faits bien définis. On peut ainsi déterminer des sous-climats dans une zone telle que la zone tropicale où la pression, la température et même les vents ne présentent pas de grandes variations.

A Papeete et à Papeari, la répartition annuelle moyenne des chutes de pluies se présentent de la façon suivante :

MOIS	PAPEETE (1)	PAPEARI (1)
Janvier	301.0	346.3
Février	311.5	230.3
Mars	193.7	228.8
Avril	158.5	282.0
Mai	112.1	209.7
Juin	82.8	191.0
Juillet	60.7	130.0
Août	60.7	145.5
Septembre	49.1	137.8
Octobre	135.5	214.2
Novembre	141.6	277.4
Décembre	305.5	277.6
TOTAL.....	1912.1	2670.6

Ces valeurs donnent les courbes tracées sur le graphique n° 1, p. 177 : pour Papeete, la courbe suit une marche régulière avec un maximum très marqué de décembre à février, période pendant laquelle on recueille 50 % environ du total annuel. Cette courbe, qui indique ainsi une saison humide de novembre à avril (70 % des chutes annuelles), se rapproche remarquablement de celle qui représente le mouvement moyen du soleil en déclinaison : la courbe de la pluviosité présentant seulement un certain décalage par rapport à celle de la déclinaison.

Pour Papeari, nous constatons quelques irrégu-

larités dans la marche de la variation annuelle : elles sont très probablement dues aux perturbations provoquées par les pluies cycloniques que le petit nombre d'années d'observations n'a pas permis d'éliminer. D'une façon générale, la pluviosité est plus forte qu'à Papeete, et peut pour certains mois lui être supérieure de plus de 100 %, malgré cela, nous retrouvons les indices d'une période relativement sèche de juillet à septembre, et d'une période très humide de novembre à mars, séparées par des mois de moyenne pluviosité.

La différence très notable entre les chutes de pluies à Papeete et à Papeari, montre bien quelle part on doit attribuer aux causes orographiques dans la formation de la pluie. Remarquons de plus, que cette différence est très accusée de mars à novembre, lorsque les vents dominants soufflent du Sud-Est.

En définitive, nous pouvons énoncer les conclusions suivantes :

1° A Papeete, et probablement dans les districts situés sur le versant Ouest et Nord de Tahiti, existence d'une saison humide de novembre à avril, et d'une saison assez sèche de mai à septembre.

2° A Papeari et probablement dans les Districts situés sur le versant Est (presqu'île de Taïarapu en particulier) existence d'une saison très humide d'octobre à juin, et d'une saison relativement moins humide s'étendant de juillet à septembre.

3° Analogie remarquable entre la pluviosité et le mouvement du soleil le long de l'écliptique ; cette analogie a d'ailleurs été déjà remarquée dans la plupart des pays tropicaux.

Variation diurne. — Nous ne possédons que très peu de renseignements sur la variation diurne de la pluie à Papeete : nous allons cependant exposer les conclusions qui découlent des premières observations qui ont été faites depuis 1935 (graphique n° 2, p. 178).

Pour cette étude, nous avons considéré deux éléments fort différents : l'intensité de la pluie et la fréquence des chutes. Voici, au cours des deux saisons qui se succèdent à Tahiti, la variation diurne de ces deux éléments :

1° Saison « fraîche » d'avril à septembre. L'intensité présente un maximum très variable entre 09 h. et 18 h. et un minimum non moins variable dans la nuit. On constate en outre, deux minima secondaires entre 04 h. et 06 h. et entre 17 heures et 19 heures, c'est-à-dire aux moments de la journée où a lieu le changement des brises (de mer et de terre). La courbe de la fréquence indique deux maxima à

(1) Papeete, 35 années d'observations ; Papeari, 14 années d'observations.

03 h. et à 13 h.; le maximum absolu a lieu à 18 h. et le minimum absolu à 03 h.

2^o Saison « chaude » d'octobre à mars : Les courbes ont la même allure, toutefois, les valeurs extrêmes sont plus accentuées, et subissent un certain décalage dans le temps. Le maximum absolu de l'intensité a lieu vers 10 heures, et le minimum absolu vers 05 heures. La courbe de la fréquence présente deux maxima très rapprochés à 07 h. et à 15 h. (maximum absolu à 15 h.); un minimum a lieu vers 13 heures, et un autre assez variable dans la nuit.

Les résultats qui précèdent ne peuvent être que provisoires : il faudra attendre encore quelques années pour aboutir à des conclusions définitives.

Périodes de longue durée. — En météorologie, les seules périodes qui correspondent incontestablement à des phénomènes physiques liés à des phénomènes astronomiques sont le jour et l'année. Dans le but de prévoir les fluctuations climatiques d'une région, on a poursuivi la recherche d'une périodicité des manifestations météorologiques en relation plus ou moins directe avec les cycles astronomiques connus. Brückner le premier, en 1890, a essayé de montrer l'existence de telles périodicités dont une de 35-36 ans est restée célèbre sous le nom de « cycle de Brückner ». On a recherché aussi qu'elle pouvait être l'influence de l'activité solaire sur les variations des climats et beaucoup d'auteurs ont vu dans la variation de la pluviosité en particulier, les indices d'un cycle undécennal. Nous avons tenté, en ce qui concerne les séries d'observations de Papeete, de mettre en évidence une semblable relation.

Le graphique n° 3, p. 179, sur lequel nous avons indiqué la variation des taches solaires (nombre de Wolfer) et les totaux pluviométriques annuels, ne nous permet pas d'affirmer l'existence d'une correspondance quelconque entre les pluies et l'activité solaire. C'est aussi ce qu'indique le tableau suivant :

PÉRIODE	PAPEETE (moyenne)	PAPEARI (moyenne)
Périodes de maximum des taches solaires :		
1907-1909	2.325 mm.	»
1916-1918	1.759 mm.	»
1926-1928	2.108 mm.	2.924 mm.
Périodes de minimum des taches solaires :		
1900-1902	2.592 mm.	»
1911-1914	»	»
1922-1924	2.027 mm.	2.899 mm.
1933-1935	2.103 mm.	2.771 mm.

Il est possible, ainsi que le fait remarquer M. E. Brazier (1), que des anomalies importantes cachent un tel rapport, mais dans ce cas la connaissance d'un rythme undécennal ne présente guère qu'un intérêt théorique, assez faible d'ailleurs. Il ne saurait être question de l'utiliser en vue d'une prévision, même approchée, de la pluie.

Dans cette recherche des longues périodicités nous nous sommes servi également de la méthode dite des « Ecartés Accumulés » telle que l'ont utilisée divers auteurs français et étrangers, et en particulier M. L. Besson (2) et M. G. Dedeant (3). Cette méthode nous a permis de tracer le graphique n° 4. Ce graphique montre les prépondérances de pluviosité ou de sécheresse dont la durée peut atteindre plusieurs années. C'est ainsi que nous avons (voir graphique nos 4 et 5, pp. 180 et 181) :

1^o De 1920 à 1922, des années sèches avec pluies en croissance ;

2^o De 1922 à 1924, des années pluvieuses avec pluies en croissance ;

3^o De 1924 à 1927, des années pluvieuses avec pluies en décroissance ;

4^o De 1928 à 1931, des années sèches avec pluies en décroissance ;

5^o De 1931 à 1933, des années sèches avec pluies en croissance ;

6^o De 1933 à 1935, des années pluvieuses avec pluies en croissance.

Faut-il conclure à l'existence d'une période de 5-6 années ? Nous trouverions là, sous une autre forme, une harmonique de l'onde de période de 3 années que Braak a montré en étudiant par un autre procédé les variations atmosphériques de longue durée d'après les observations faites dans l'Archipel Malais (4). Observons que cette période de 6 années pourrait être aussi à la rigueur une harmonique d'une onde ayant pour origine l'influence des taches solaires. Mais elle ne paraît avoir de valeur qu'au point de vue qualificatif, et ne présente donc qu'un intérêt assez médiocre pour la prévision précise de la pluie.

* * *

(1) E. BRAZIER : Réponse à l'Enquête sur les Périodicités, organisée par la Société Météorologique de France (*La Météorologie*, novembre-décembre 1936, p. 547 et suivantes).

(2) L. BESSON : *La pluie à Paris d'après cinquante années d'observations* (Annales des Services techniques d'Hygiène de la ville de Paris, 1924, tome V).

(3) G. DEDEANT : *Les écartés accumulés* (*La Météorologie*, mai 1934).

(4) BRAAK : *Atmospheric variations of short and long duration in the Malay Archipelago*. Obs. Batavia, 1919.

Ce qui précède, montre combien il est difficile de déterminer une loi régissant le régime pluviométrique d'une région, même lorsque cette région, comme celle de Tahiti, est soumise à des variations saisonnières très régulières. Les quantités des chutes de pluie et leur distribution, dans le temps et dans l'espace, varient dans de trop larges limites pour pouvoir éliminer les perturbations accidentelles. Nous avons bien reconnu parmi les causes déterminantes, celles que l'on a signalées pour d'autres régions, c'est-à-dire : les mouvements généraux de l'atmosphère, l'activité solaire et les influences orographiques. Il faudra encore pourtant de longues années d'observations pour attribuer à chacune d'elles la

part qui lui revient. Quant à prévoir la pluie à brève échéance, il serait puéril, de vouloir la rattacher aux variations du baromètre. Un tel procédé conduirait à des déboires dans les pays tropicaux, car une hausse n'indique pas toujours le beau temps, pas plus qu'une baisse n'annonce forcément la pluie. Le seul procédé de prévision qui actuellement semble donner le plus de résultats, consiste dans le tracé de cartes synoptiques de plus en plus précises où les renseignements relatifs à la pression, à la température et aux vents voisineront avec des considérations sur la frontologie et les diverses masses d'air en mouvement.

J. GIOVANNELLI,

Ingénieur-Météorologiste des Colonies (Papeete).

L'analyse des pluies annuelles à Tananarive

Le R. P. Ch. Poisson a publié (1) la série des hauteurs annuelles de pluie recueillie à Tananarive de 1881-82 à 1933-34. Cette publication a été faite à la suite des années de sécheresses, ayant eu des répercussions économiques. Son auteur s'y est servi de la méthode des écarts accumulés pour reconnaître l'existence d'une régularité possible dans la succession de régimes de pluies favorables, ou défavorables à l'agriculture. Le R. P. Ch. Poisson est arrivé aux conclusions suivantes :

a) Trois régimes de pluie se sont succédés à Tananarive. Le plus ancien a duré 21 ans, de 1883-84 à 1903-04. C'était un régime de pluies peu abondantes. La moyenne annuelle correspondante est de 1358,5 mm. Un deuxième régime s'est établi ensuite et s'est maintenu pendant 18 ans, de 1904-05 à 1922-23. Les pluies furent alors abondantes, avec une moyenne annuelle de 1381,2 mm. Depuis, s'est installé un troisième régime, déficitaire, et la moyenne annuelle, calculée pour les années 1924-25 à 1933-34, est tombée à 1238 mm.

b) L'auteur ne croit pas pouvoir affirmer que le régime actuel se prolonge pendant plusieurs années ; mais il note que cela n'offre rien d'improbable. En effet, la période du minimum des taches solaires est en même temps une période de minimum des pluies. Après le minimum de la fin d'année 1933, la courbe des taches va remonter. Il peut ne pas en être de même pour les pluies si la vraie période

solaire est de 22 ans, au lieu de 11, comme inclinent à penser quelques spécialistes.

On voit par ces importantes conclusions combien la série de Tananarive présente de l'intérêt. C'est pourquoi j'ai cru utile d'y appliquer une autre méthode d'analyse, dont les résultats seront exposés ici.

Quelques caractéristiques des pluies

La série de Tananarive, complète jusqu'à l'année 1936-37 inclus, comprend actuellement 56 années d'observations continues. Elle donne lieu (fig. 1, p. 182) aux graphiques des hauteurs annuelles classées et des fréquences. On déduit du premier les grandeurs suivantes :

Maximum des hauteurs annuelles	1.885 mm.
Minimum des hauteurs annuelles	869 mm.
Moyenne des hauteurs annuelles	1.349 mm.
Médiane des hauteurs annuelles	1.335 mm.
Quartil inférieur annuel	1.210 mm.
Quartil supérieur annuel	1.505 mm.
Ecart des données extrêmes	1.016 mm.

Le deuxième graphique fait apparaître que les valeurs entre 1.300 et 1.400 mm. sont les plus fréquentes ; mais le graphique des fréquences a un deuxième sommet, situé dans la tranche de 1.600 à 1.700 mm. Il est donc possible que deux influences déterminent l'importance des pluies à Tananarive. En commentant la carte des pluies annuelles qu'il vient d'établir pour Madagascar (1), M. H.

(1) Ch. POISSON. — Sur la variabilité des pluies à Tananarive. *Bulletin économique de Madagascar*. 1934.

(1) H. HUBERT. — Les précipitations annuelles dans les territoires d'outre-mer de la zone intertropicale. *Ann. Phys. Globe de la France d'Outre-Mer*, 1937, n° 22 et 23, p. 97 et 129.

Hubert rappelle en effet que c'est à l'influence de la mousson, signalée par lui antérieurement (1), qu'est due l'indentation de l'isohyète de 1.500 mm. dirigée vers Tananarive. Cette ville se trouve, lorsque la mousson est faible, sur la pente de la surface des isohyètes dirigée vers le détroit de Mozambique. Les précipitations à Tananarive dépendent alors de l'évolution de la pluie de l'alisé. Le renforcement de la mousson pendant d'autres années produit un envahissement de la région de Tananarive par des pluies plus fortes, d'où résulte le deuxième maximum de la courbe des fréquences, situé dans la zone des pluies dépassant la moyenne.

Malgré l'existence de celui-ci, les hauteurs de pluie inférieures à la moyenne sont légèrement plus fréquente que les pluies fortes, ce qui est en accord avec l'existence, signalée par le R. P. Ch. Poisson de deux suites d'années plutôt déficitaires. Il est évident qu'il n'y a là aucune indication sur une tendance séculaire vers l'aridité.

L'analyse par combinaisons linéaires d'ordonnées

La méthode d'analyse de M. H. Labrouste permet de compléter l'étude du R. P. Ch. Poisson sur d'autres points encore. La fig. 2 (p. 182) représente les résultats des calculs. En haut de cette figure sont reportées les données. Leur série se développe en une somme de plusieurs sinusoïdes. Pour cinq d'entre elles les périodes ont pu être déterminées. Ce sont celles de 11,3, de 7, de 4 et, approximativement, de 3 et de 2 ans.

On doit signaler la régularité et l'importance de la composante de 7 ans généralement peu marquée dans d'autres séries déjà analysées. Elle a rendu impossible le calcul de la composante semi-undécennale; très faible à Tananarive. Les autres composantes présentent des trains d'ondes d'amplitude très variable et se succédant avec des changements de phase. Cette particularité semble se produire dans les dernières années d'observations pour la composante undécennale.

En comparant le graphique de celle-ci avec la composante de même période des nombres de Wolfer, on constate une *avance* de phase à Tananarive, tandis qu'à Dakar (2), p. ex., la phase est légèrement en retard sur le soleil. Pour la boucle centrale du graphique (1900-1911) l'avance à Tananarive

est de neuf mois environ. Or, le changement de phase signalé plus haut ne s'observe pas pour les nombres de Wolfer. La composante undécennale de la série de Tananarive est donc probablement une somme de composantes de même période qui ont emprunté des voies différentes avant de se rencontrer à cette station. Ainsi, l'avance apparente de phase serait en réalité un retard très considérable, provoqué par la lenteur de la propagation.

Le rapport entre les amplitudes des composantes undécennales des pluies et des nombres de Wolfer n'est pas constant à Tananarive, de même qu'à Dakar. A une unité Wolfer correspondaient 2,36 mm. de pluie en 1917; 3,86 mm. en 1912; 4,53 mm. en 1906 et 3,52 mm. en 1900. A Dakar le même rapport variait de 2,5 à 3,7 mm. On peut donc dire que pour la composante undécennale les pluies sont plus sensibles à l'activité solaire à Tananarive qu'à Dakar.

A l'intérieur de la série de Tananarive on remarque que les composantes courtes ont parfois une importance supérieure à celles de 4, de 7 et de 11,3 ans. Les importances relatives des différentes composantes, c'est-à-dire leurs amplitude maxima exprimées en fractions de l'écart des données extrêmes, sont les suivantes : 38,5 % pour la période de 2 ans, 42,2 % pour celle de 3 ans, 28,6 % pour celle de 4 ans, 29,3 % pour la septennale et 29,0 % pour l'undécennale. On voit que la composante triennale est la plus importante à Tananarive comme à Dakar, sans être, cependant, prépondérante comme à cette dernière station.

Mais pour caractériser une série il faut tenir compte de la différence de la longueur de période, en plus de l'importance des composantes. Les composantes de 2, de 3, et de 4 ans produisent la suite des pointes aiguës du graphique. Or, le simple examen de celui-ci fait apparaître que les variations rapides sont supportées par un mouvement plus lent. On verra plus loin que la résultante des composantes de périodes longues apportait, pendant la durée des observations, des différences relativement faibles. Les mouvements que l'on distingue sur le graphique des données sont produites par deux composantes de période moyenne; par celle de 7 ans et par l'undécennale. A moins donc de changements importants dans les amplitudes de la composante semi-undécennale, on peut dire que les suites d'années sèches, ou humides, résultent à Tananarive de la superposition des périodes de 7 et de 11 ans, en lesquelles se résolvent les trois régimes du R. P. Ch. Poisson.

(1) H. HUBERT. — Les courbes mensuelles des pluies à Madagascar. *C. R. Ac. Sc.* 1929, t. 188, p. 1.002.

(2) *Annales.* 1935, 12, p. 168.

Un examen plus détaillé précisera ces généralités. Le reste obtenu en soustrayant des données les ordonnées des cinq sinusoïdes isolées, montre qu'il n'y a pas d'autres composantes importantes de périodes courtes. La courbe de reconnaissance $s_5 s_6$ montre, d'autre part, l'existence de composantes de périodes sensiblement plus longues que l'undécennale, sans que l'on puisse fixer une valeur approximative à la moins longues de celles-ci. S'approcherait-elle de 35 ou de 45 ans ?

Les ordonnées de la courbe de reconnaissance sont portées sur la fig. 2 avec leur valeur résultant de la deuxième hypothèse qui paraît être plus probable. Leur écart serait plus grand de $1/5$ environ si la période était de 35 ans ; il diminuerait pour des valeurs de période plus longues. On voit que cette résultante peut provoquer une variation des pluies annuelles de l'ordre d'une centaine de millimètres, soit d'un dixième environ de l'écart des données extrêmes. Cette influence est insuffisante pour déterminer à elle seule des sécheresses. En effet, la première suite d'années plutôt sèches, signalée par le R. P. Ch. Poisson coïncidait, en grande partie, avec des valeurs supérieures à la moyenne de la résultante des composantes longues.

Le tracé des cinq composantes qui ont pu être isolées fait voir qu'en réalité il s'agit de deux facteurs. Il y a, d'une part, la variation de l'amplitude de ces composantes et, d'autre part, leur interférence. Les années de très faibles pluies correspondent toujours aux minima des composantes de 11,3 et de 7 ans, se produisant simultanément, mais la sécheresse est d'autant plus accusée que l'intensité des composantes courtes est plus grande. Ainsi, le minimum profond (869 mm.) de 1923-24 s'est produit lorsque les composantes de 11,3, de 7, de 4 et de 3 ans passaient par un minimum et lorsque l'amplitude des composantes de 4 et de 3 ans était forte. Par contre, le minimum de 1895-96 est resté assez élevé (1231 mm.) et on constate qu'il coïncidait avec un *minimum* de la composante de 7 ans et un *maximum* de la composante undécennale, cependant que l'amplitude des autres composantes restait faible.

La plus forte valeur de la série (1885 mm.), observée en 1905-06, coïncide avec les maxima des composantes de 11,3, de 7 et de 2 ans ; et avec l'amplitude assez forte de cette dernière. On voit que c'est le passage par les valeurs moyennes de la composante de 3 ans et une amplitude très fai-

ble de celle de 4 ans qui n'ont pas fait de l'année 1905-06 une année exceptionnellement désastreuse, au point de vue des inondations.

Limites du régime

Ceci conduit à rechercher quelles seraient les valeurs limites qui seraient observées à Tananarive si les valeurs extrêmes des différentes composantes se produisaient simultanément, comme cela est possible, car les composantes de différentes périodes sont indépendantes les unes des autres.

On trouve pour le maximum limite 2.375 mm. et pour le minimum limite 348 mm. La première de ces valeurs peut présenter un intérêt pratique, car elle devrait servir de base à l'étude des ouvrages d'art. La deuxième rappelle que les cultures peuvent se trouver en butte à des conditions encore plus défavorables qu'en 1922-23. Elle peut être utilisée pour la discussion de comportement des retenues d'eau par les barrages. Elle doit, surtout, attirer l'attention sur ce que la région de Tananarive peut être exceptionnellement réduite à utiliser les eaux souterraines et que l'étude de ces réserves ne doit pas être négligée.

Prévision

Le fait que la série de Tananarive oscille autour des valeurs résultant du jeu de deux composantes (période de 7 ans et de 11,3 ans) peut faciliter la prévision des *suites d'années* généralement déficitaires, ou, au contraire, de pluies abondantes. En extrapolant les deux sinusoïdes on peut conclure par exemple à un retour possible d'une courte suite d'années pour lesquelles la moyenne de la pluie sera basse, après 1940-41 ; et des pluies en général moyennes ensuite, jusqu'en 1950 environ. Pourtant, ce n'est là qu'une indication approximative, son aléa découle du changement de phase de la composante undécennale qui a été signalé plus haut.

La prévision à longue échéance pourra, semble-t-il, être faite avec plus de précision lorsqu'il deviendra possible d'extrapoler les composantes de périodes courtes de même que celles de 7 et de 11 ans. Ce résultat pourra être obtenu par l'analyse des hauteurs mensuelles, qui permettra de mieux connaître les périodes courtes et la loi de variation de leur amplitude.

V. FROLOW.

NOTES ET INFORMATIONS

Le **volcan de la Réunion** est entré en éruption le 20 septembre 1937. Il a rejeté des pierres et des matières incandescentes. Une coulée s'est faite dans le cratère Bory. Le dôme présente de nouvelles fissures qui ont été le siège de projections stromboliennes.

Le **Président du Congrès de la Recherche scientifique** dans les territoires d'Outre-mer a fait parvenir au Ministre des Colonies le compte-rendu de l'Assemblée plénière de clôture, ainsi que les décisions et propositions adoptées par cette assemblée. Parmi les résolutions notées figure la suivante :

1° « Une émanation du Congrès, constituée par son Bureau, aura, dès aujourd'hui, une délégation permanente de l'Assemblée Plénière, pour poursuivre, auprès des Pouvoirs Publics, la réalisation des propositions adoptées ».

Ainsi, si le Congrès a terminé les travaux, son bureau entend poursuivre l'exécution des décisions prises. Il se propose d'abord de publier les comptes-rendus de la réunion du mois de septembre. Il s'efforcera ensuite d'obtenir des pouvoirs publics la réalisation des propositions d'ordre général votées par l'Assemblée plénière. Après quoi il s'emploiera à faire donner satisfaction aux sections dans la mesure où les vœux déposés par celles-ci sont compatibles soit avec les propositions d'ordre plus général, soit avec certaines réglementations en vigueur, qu'il est nécessaire de ne pas modifier.

Voici, à titre documentaire, les résolutions, vœux et principes généraux adoptés :

2° « L'Assemblée Plénière du Congrès donne mandat à sa délégation permanente pour poursuivre auprès des Pouvoirs Publics la création du Comité d'Outre-Mer du conseil supérieur de la Recherche Scientifique. »

« Elle estime nécessaire que, dès sa création, ce Comité dispose des fonds métropolitains suffisants pour doter d'une façon convenable la Recherche Scientifique dans les Territoires d'Outre-Mer.

VŒU

L'Assemblée Plénière du Congrès émet le vœu :

1° Que le service de la Recherche Scientifique du Ministère des Colonies soit doté en personnel et en matériel dans une mesure qui tienne compte à la fois de l'extrême importance de sa tâche et de l'étendue du domaine colonial français ;

2° Que ce service soit dirigé par une personnalité qualifiée, ayant poursuivi elle-même des recherches dans les territoires d'Outre-Mer.

3° Qu'aucune décision ne soit prise au Ministère des Colonies

en ce qui concerne la Recherche Scientifique sans que ce Service ait transmis des avis recueillis auprès des comités compétents.

PRINCIPES GÉNÉRAUX

4° Création par décret interministériel d'un Comité consultatif des Recherches Scientifiques de la France d'Outre-Mer au Conseil supérieur de la recherche scientifique. Sa compétence serait la suivante :

Homologuer et coordonner le programme des recherches.
Etudier le statut des cadres scientifiques coloniaux et donner un avis sur leur recrutement et leur avancement.
Etudier les ressources supplémentaires nécessaires aux services locaux.

Veiller à l'utilisation des crédits dans le cadre du programme général.

5° Coordination des recherches dans chacune des disciplines scientifiques.

6° Attribution suffisante de crédits permanents ou temporaires aux Services Scientifiques dépendant des Ministères d'Outre-Mer ou subventionnés par eux, afin de leur permettre, à la fois dans la Métropole et dans les Territoires d'Outre-Mer, la poursuite des recherches indispensables, celles de ces recherches qui présentent un intérêt général ou international étant supportées au moins en partie, par le budget métropolitain, ou faisant l'objet de subventions de la Caisse des Recherches Scientifiques.

7° Révision du statut des cadres scientifiques.

8° Modification des statuts des cadres scientifiques de manière à prévoir des séjours en France du personnel spécialisé dans les laboratoires de la Métropole, en dehors des congés normaux.

9° Obligation, pour le personnel des cadres scientifiques, d'effectuer une partie de son stage dans la métropole pour y recevoir un enseignement complémentaire en rapport avec le travail à poursuivre ultérieurement dans les territoires d'Outre-Mer.

10° Octroi de bourses permettant le développement de la formation scientifique et technique des candidats à certains cadres scientifiques d'Outre-Mer.

11° Etablissement d'un inventaire détaillé des organismes scientifiques et des laboratoires spécialisés. Réalisation de la coordination et de la fédération de certains de ces organismes.

12° Limitation de l'utilisation des laboratoires subventionnés de la Métropole à celles des recherches scientifiques qui ne peuvent pas être faites dans les colonies.

13° Utilisation des laboratoires subventionnés déjà existants avant la création de nouveaux laboratoires.

14° Envoi de missions scientifiques temporaires d'assez longue durée dans certains Territoires d'Outre-Mer ; sélection des chargés de mission par le Comité d'Outre-Mer du Conseil Supérieur de la Recherche Scientifique.

15° Dotation spéciale de crédits suffisants pour les publications scientifiques d'Outre-Mer.

16° Conservation assurée des types originaux antérieurement décrits.

17° Organisation concertée des recherches de la France d'Outre-Mer entre les différents établissements scientifiques français.

18° Constitution, dans les Territoires d'Outre-Mer, de Conseils de recherches scientifiques.

19° Constitution dans les Territoires d'Outre-Mer, de Comités locaux de Géodésie et de Géophysique. Adhésion des Territoires d'Outre-Mer à l'Union Géodésique et Géophysique Internationale.

20° Constitution de Réserves naturelles intégrales et réglementation des feux de brousse.

21° Facilités particulières données aux travailleurs de bonne volonté pour leurs études.

22° Développement des recherches au Sahara.

32° Création de centres d'études ethnologiques dans les Territoires d'Outre-Mer.

24° Coordination, sous la forme de services interministériels, des recherches concernant les ennemis des cultures de la France d'Outre-Mer.

25° Etablissement d'une bibliographie générale de la France d'Outre-Mer; ouverture d'un crédit permettant la publication de cette bibliographie.

26° Publication, après avis de la délégation permanente, des procès-verbaux des séances et des communications apportées au Congrès.

BIBLIOGRAPHIE

A. LACROIX. — **Les roches volcaniques de l'île Pitcairn (Océan Pacifique austral)** (*C. R. Ac. Sc.* 1936, t. 202, p. 788).

Il semble que les laves prédominantes soient des andésites. Cette île se range dans la même série que les îles Marquises, où l'on rencontre des trachytes analogues, mais avec cette différence que ceux-ci sont accompagnés de basaltes francs et d'océanites.

* *

SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE DE L'INDOCHINE. — **Chronique météorologique mensuelle, année 1935.** (Imprimerie d'Extrême-Orient, Hanoï 1935).

Des tableaux donnent la température moyenne mensuelle de l'évaporation, la pluie et le nombre de jours de pluie pour une cinquantaine de stations de l'Union indochinoise. Des cartes mensuelles traduisent la quantité de pluie et les rapports aux moyennes.

* *

HUBERT (Henry). — **Sur les grains orageux de l'Afrique de l'Ouest.** (*C. R. Ac. Sc.* 1937, t. 205, p. 464).

Examen de la température et de l'humidité spécifique de l'harmattan avant que la mousson s'établisse, puis de l'harmattan et de la mousson quand celle-ci commence à souffler, puis lorsqu'un grain

s'élabore et quand il est déclanché. Détails sur le mécanisme de l'élaboration du grain.

* *

J. DEBRACH. — **Détermination des éléments du champ magnétique terrestre au Maroc effectuées jusqu'en 1934.** (*Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc.* 15 septembre 1935).

Cette note donne le résumé des résultats obtenus jusqu'en 1934 de toutes les mesures relatives aux éléments du champ magnétique terrestre. Une carte donne la valeur annuelle de la variation séculaire de la déclinaison pour l'ensemble du protectorat.

* *

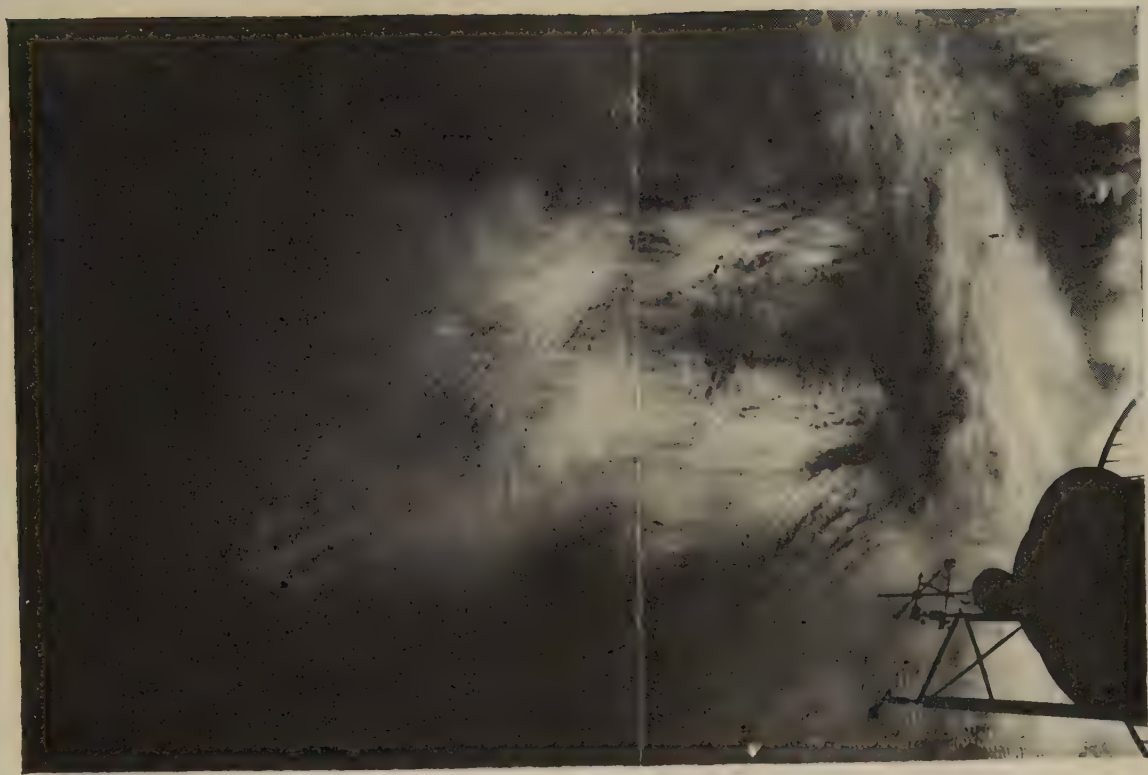
S. FROLOW. — **Note sur le climat de Niamey** (*Bull. du Comité d'Etudes Hist. et Sc. de l'A. O. F.* 1936 n° 1).

Cette note comprend un examen détaillé des différents facteurs météorologiques, elle montre que placé entre le désert sec et la forêt très humide, le climat propre de Niamey est marqué par les influences de ces deux voisins. Le conflit entre l'humidité et la chaleur qui alternent à Niamey, rend son climat pénible au moment où les deux facteurs gardent encore leurs pleines forces.

L'Éditeur-Gérant : R. PINARDON.



Cumulonimbus à panache épais d'où tombent des traînées de pluie
Majunga (Madagascar) 1^{er} mars 1934, 14 h. 35. Vue vers le Sud-Est



Cirrus en flamme avec granulation de cirrocumulus
Ces cirrus proviennent de la transformation du panache d'un cumulonimbus
Majunga (Madagascar) 9 décembre 1933, 6 h. 55. Vue vers l'Est Sud-Est

Générateurs d'Hydrogène H. I. C.

pour le gonflement des ballons-sondes servant aux observations météorologiques



Adoptés en France et à l'Etranger

par

• • les Services Météorologiques • •
les Aéronautiques civiles et Militaires
• • les Compagnies d'Aviation • •

L'OXHYDRIQUE FRANÇAISE

Société anonyme au capital de 8.000.000 de francs

8 Avenue Jules-Ferry, PARIS-MALAKOFF

Tous les Appareils de Précision pour MÉTÉOROLOGIE & HYDROLOGIE

Thermomètres de précision
ou étalons. Thermomètres fron-
des. Psychromètres. Hygromè-
tres. Baromètres. Pluviomètres.
Evaporomètres. Débitmètres.
Ajutages de Pitot. Manomètres
divers, etc. etc...

PROLABO

Société pour la fabrication et la vente des produits et appareils de laboratoire RHONE-POULENC. Siège
Social et Ateliers. 12-17-19, rue Pelée, PARIS. Usines à Vitry-sur-Seine

CIELS DE LA FRANCE D'OUTRE-MER



Cliché J. Mondain.

Cumulonimbus stationnaire, dont l'enclume épaisse fournit une « écharpe » entraînée en altitude par le vent du Sud, tandis que le cumulonimbus se développe sur place.
A droite, le rebroussement des filets nuageux (bord supérieur de l'enclume) montre que le cumulonimbus possède une sorte « d'inertie » apparente.
Majunga (Madagascar), 9 novembre 1934, 16 h. Vue vers l'E.S.E.



Cliché J. Mondain.

Reste du **panache d'un cumulonimbus** nocturne éloigné.
A gauche, bourgeonnement très en avant du panache et n'arrivant qu'à une altitude inférieure.
Moroni (Grande Comore), 8 janvier 1935, 16 h. 10, du navire, vers le S.S.E.

Générateurs d'Hydrogène H. I. C.

pour le gonflement des ballons-sondes servant aux observations météorologiques



Adoptés en France et à l'Etranger

par

- ◦ les Services Météorologiques ◦ ◦
- les Aéronautiques civiles et Militaires
- ◦ les Compagnies d'Aviation ◦ ◦

L'OXHYDRIQUE FRANÇAISE

Société anonyme au capital de 8.000.000 de francs

8, Avenue Jules-Ferry, PARIS-MALAKOFF

Tous les Appareils de Précision pour MÉTÉOROLOGIE & HYDROLOGIE

Thermomètres de précision
ou étalons. Thermomètres fron-
des. Psychromètres. Hygromè-
tres. Baromètres. Pluviomètres.
Évaporomètres. Débitmètres.
Ajutages de Pitot. Manomètres
divers, etc. etc...

PROLABO

Société pour la fabrication et la vente des produits et appareils de laboratoire RHONE-POULENC. Siège
Social et Ateliers, 12-17-19, rue Pelée. PARIS. Usines à Vitry-sur-Seine.



En haut, **cirrostratus** couvrant partiellement le ciel et provenant de l'évolution d'un cumulonimbus.
 Au dessous, **altocumulus** en bandes plus ou moins organisées.
 En bas, au-dessus de l'île Morea, **cumulus** bourgeonnants.

Tahiti, 18 octobre 1936, 16 h. 00.



Cliches J. Giovannelli.

Photographie prise 8 minutes après la précédente et du même point.

Le **cirrostratus** s'épaissit ; il donnera dans la soirée un voile d'altrostatus.

L'**altocumulus** se désagrège lentement.

Les **cumulus** s'aplatissent et donneront plus tard des couchés de stratocumulus vespéralis.

Ces deux photographies représentent le front d'un système à corps d'altocumulus ayant donné quelques chutes de pluies dans l'île.

Générateurs d'Hydrogène H. I. C.

pour le gonflement des ballons-sondes servant aux observations météorologiques



Adoptés en France et à l'Etranger

par

- ◦ les Services Météorologiques ◦ ◦
- les Aéronautiques civiles et Militaires
- ◦ les Compagnies d'Aviation ◦ ◦

L'OXHYDRIQUE FRANÇAISE

Société anonyme au capital de 8.000.000 de francs

8, Avenue Jules-Ferry, PARIS-MALAKOFF

Tous les Appareils de Précision pour MÉTÉOROLOGIE & HYDROLOGIE

Thermomètres de précision
ou étalons. Thermomètres fron-
des. Psychromètres. Hygromè-
tres. Baromètres. Pluviomètres.
Évaporomètres. Débitmètres.
Ajutages de Pitot. Manomètres
divers, etc. etc...

PROLABO

Société pour la fabrication et la vente des produits et appareils de laboratoire RHONE-POULENC. Siège
Social et Ateliers. 12-17-19, rue Pelée. PARIS. Usines à Vitry-sur-Seine.



Au premier plan : *Fractocumulus et cumulus*.

En haut, à gauche : *Cirrus* provenant de la transformation du sommet d'un cumulonimbus.

En haut, à droite : *Allocumulus* provenant de la partie moyenne d'un cumulonimbus (Ciel d'orage).

Ivato (Madagascar). 27 novembre 1935. 13 h. 13.



Clichés de l'Aviation militaire à Madagascar.

Au premier plan : *Fractocumulus* passant à *Fractostratus*.

Au deuxième plan : *Cumulus* un peu bourgeonnants tendant au groupement en *stratocumulus*.

Fond du ciel : *Altostratus* provenant de la transformation de la partie moyenne d'un cumulonimbus (Ciel d'orage).

Ivato (Madagascar). 22 novembre 1935. 14 h. 30.

Générateurs d'Hydrogène H. I. C.

pour le gonflement des ballons-sondes servant aux observations météorologiques



Adoptés en France et à l'Etranger

par

◦ ◦ les Services Météorologiques ◦ ◦

les Aéronautiques civiles et Militaires

◦ ◦ les Compagnies d'Aviation ◦ ◦

L'OXHYDRIQUE FRANÇAISE

Société anonyme au capital de 8.000.000 de francs

8. Avenue Jules-Ferry, PARIS-MALAKOFF

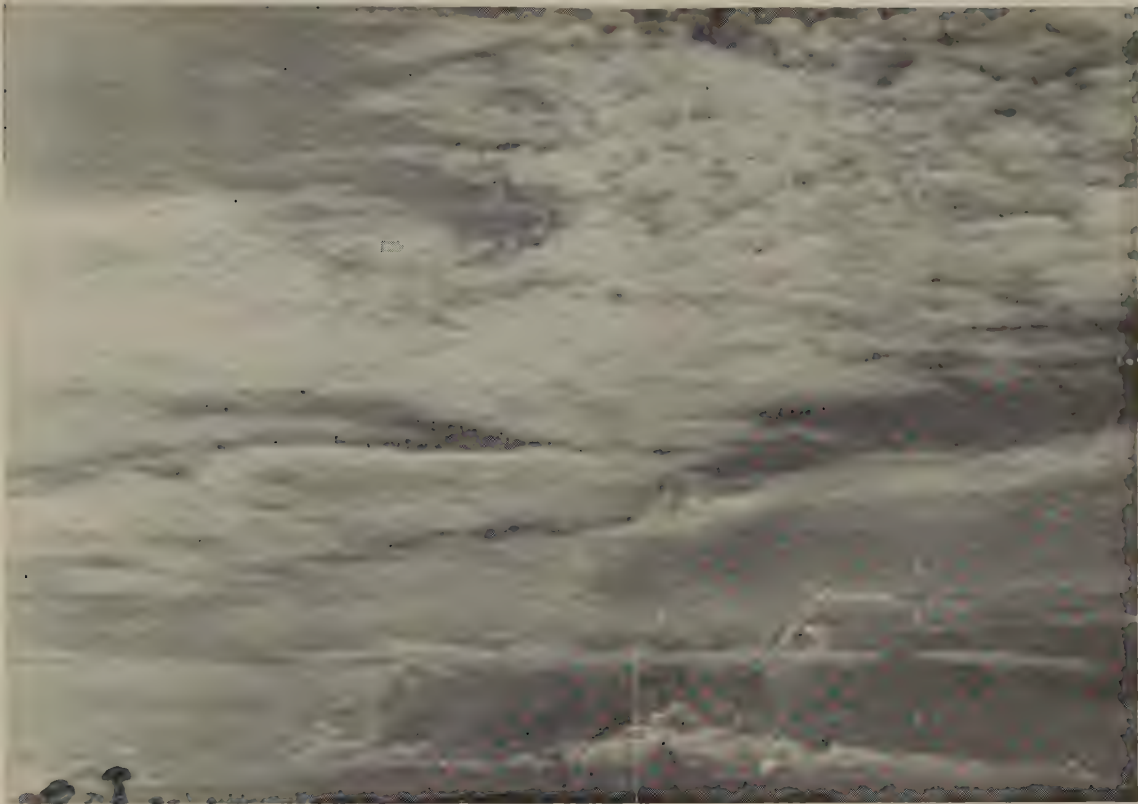
Tous les Appareils de Précision pour MÉTÉOROLOGIE & HYDROLOGIE

Thermomètres de précision
ou étalons. Thermomètres fron-
des. Psychromètres. Hygromè-
tres. Baromètres. Pluviomètres.
Évaporomètres. Débitmètres.
Ajutages de Pitot. Manomètres
divers, etc. etc...

PROLABO

Société pour la fabrication et la vente des produits et appareils de laboratoire RHONE-POULENC. Siège Social et Ateliers, 12-17-19, rue Pelée. PARIS. Usines à Vitry-sur-Seine.

CIELS DE LA FRANCE D'OUTRE-MER



En haut, nappes nuageuses de **cirrus**, **altocumulonimbus** et **altostratus**, derniers restes d'un système orageux antérieur.

En bas, **cumulonimbus** et **cumulus bourgeonnants** sur le Mont Cameroun.

Douala, 2 avril 1937, 13 h. 37 TMG, vers W.N.W.



Rouleau de grain orageux à la base d'un **cumulonimbus**

Douala, 9 avril 1937, 17 h. 00 TMG.

Clichés J. Pruvost.

Générateurs d'Hydrogène H. I. C.

pour le gonflement des ballons-sondes servant aux observations météorologiques



Adoptés en France et à l'Etranger

par

- ◦ les Services Météorologiques ◦ ◦
- les Aéronautiques civiles et Militaires
- ◦ les Compagnies d'Aviation ◦ ◦

L'OXHYDRIQUE FRANÇAISE

Société anonyme au capital de 8.000.000 de francs

8 Avenue Jules-Ferry, PARIS-MALAKOFF

Tous les Appareils de Précision pour MÉTÉOROLOGIE & HYDROLOGIE

Thermomètres de précision
ou étalons. Thermomètres fron-
des. Psychromètres. Hygromè-
tres. Baromètres. Pluviomètres.
Évaporomètres. Débitmètres.
Ajutages de Pitot. Manomètres
divers, etc. etc...

PROLABO

Société pour la fabrication et la vente des produits et appareils de laboratoire RHONE-POULENC. Siège
Social et Ateliers, 12-17-19, rue Pelée, PARIS. Usines à Vitry-sur-Seine.

CIELS DE LA FRANCE D'OUTRE-MER



Cumulus congestus en voie d'extension verticale rapide.
 Sur la droite, **cirrus** provenant de la désagrégation d'une enclume.
 Douala (Cameroun), le 8 mai 1937, 14 h. 14 TMG, vue vers le S. S. E.



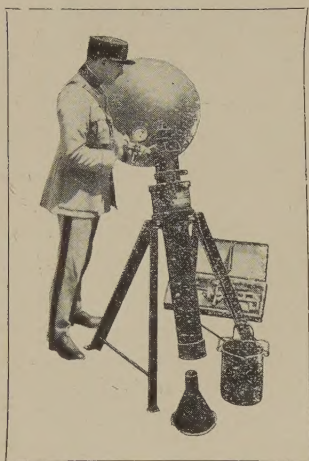
Cliches Pruvost.

Mêmes nuages que ci-dessus. Le **cumulus congestus** est alors en voie d'extension horizontale rapide
 (formation d'enclume).

Douala (Cameroun), le 8 mai 1937, 14 h. 20 TMG, vue vers le S. S. E.

Générateurs d'Hydrogène H. I. C.

pour le gonflement des ballons-sondes servant aux observations météorologiques



Adoptés en France et à l'Etranger

par

- ◦ les Services Météorologiques ◦ ◦
- les Aéronautiques civiles et Militaires
- ◦ les Compagnies d'Aviation ◦ ◦

L'OXHYDRIQUE FRANÇAISE

Société anonyme au capital de 8.000.000 de francs

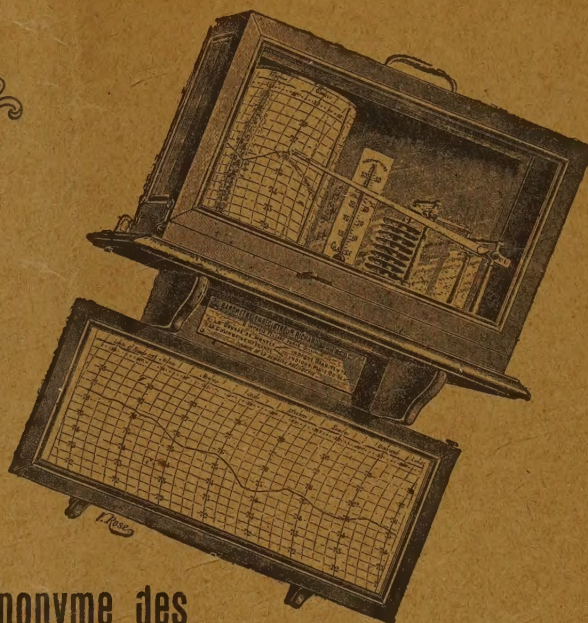
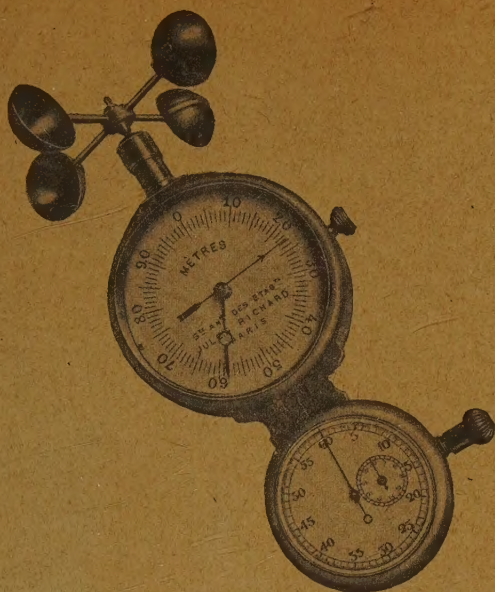
8. Avenue Jules-Ferry, PARIS-MALAKOFF

Tous les Appareils de Précision pour MÉTÉOROLOGIE & HYDROLOGIE

Thermomètres de précision
ou étalons. Thermomètres fron-
des. Psychromètres Hygromè-
tres. Baromètres. Pluviomètres.
Évaporomètres. Débitmètres.
Ajutages de Pitot. Manomètres
divers, etc. etc...

PROLABO

Société pour la fabrication et la vente des produits et appareils de laboratoire RHONE-POULENC. Siège
Social et Ateliers, 12-17-19, rue Pelée. PARIS. Usines à Vitry-sur-Seine.



Société Anonyme des

Etablissements Jules RICHARD

25, Rue Mélingue, PARIS (20^e)

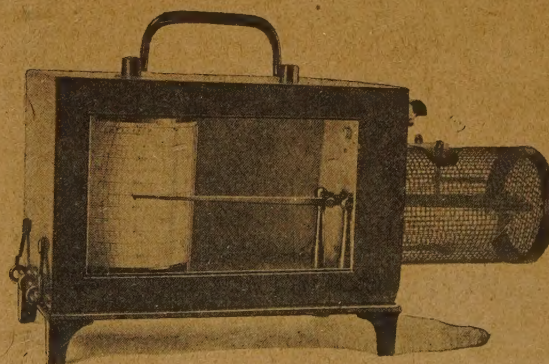
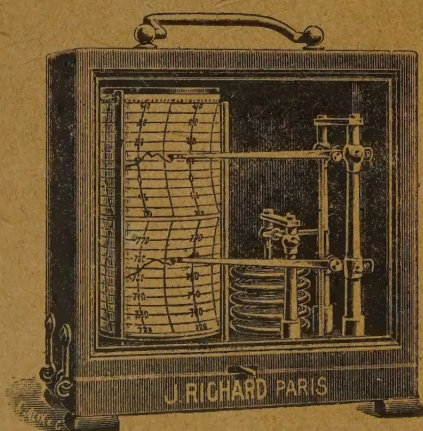
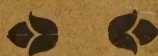
Tél. : Botzaris 88-80

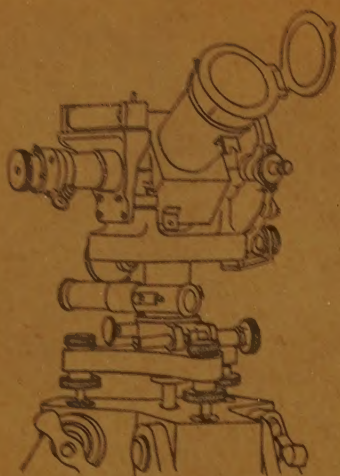
Tél. : Botzaris 88-80

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

❖ ❖ de Mesure et de Contrôle ❖ ❖

pour les Sciences et l'Industrie





A. BERTHELEMY * - LORIEUX * - PONTIUS * et THERRODE *

Etab^{ts} Albert LEPETIT & C^{ie}

Société en commandite simple. Capital 1.000.000 de francs

Constructeurs

20, Rue Marie Debos, à Montrouge (Seine)

Tél. Alésia 26-37

Ad. tél. Ponrode Paris 14

Fournisseurs des Ministères des Colonies, de la Marine, du Service Géographique de l'Armée.

Instruments de Précision

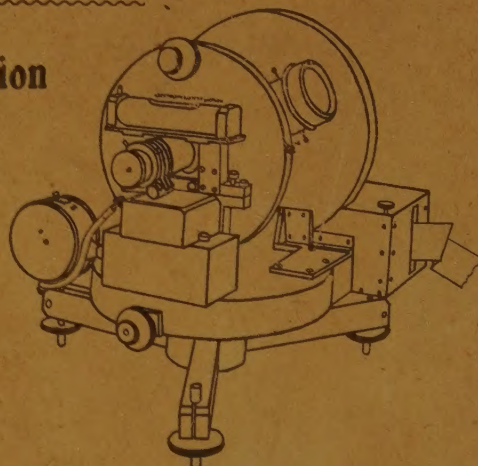
pour

— la Topographie, la Marine —
l'Aviation, la Météorologie, etc...

THÉODOLITES SIMPLÉS ET ENREGISTREURS
POUR LE REPÉRAGE DES BALLONS-SONDES

Catalogues franco sur demande

Rég. Comm. Seine 220-817B



ROSENMULLER DRESDEN

ANÉMOMÈTRES
POUR TOUTES VITESSES
(à partir de 0,02 m/sec.)

GIROUETTES

TUBES DE PITOT

MICROMANOMÈTRES

LAMBRECHT GÖTTINGEN

HYGROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES

BAROMÈTRES

PLUVIOMÈTRES

EVAPOROMÈTRES

HÉLIOMÈTRES

A. OTT KEMPTEN

PLANIMÈTRES
INTÉGRAPHES
ANALYSEUR-HARMONIQUE

ENREGISTREUR
DE MARÉE ET DE HOULE

APPAREILS
POUR L'ÉTUDE
DES COURANTS D'EAU

J. BAROT

Représentant exclusif
pour la France et les Colonies

20, Rue de Varenne, PARIS (7°)

Catalogues franco sur demande